Benjamin Farrington

CIENCIA GRIEGA



«He tratado de investigar las conexiones de la ciencia griega con la vida práctica, con las técnicas, con la base económica y la actividad productiva de la sociedad griega… En mi intento de explicar la paralización del espíritu científico entre los griegos (he buscado) la causa de esa decadencia en la creciente indiferencia con respecto a las ciencias aplicadas que se debe al incremento de la esclavitud».

(B. Farrington, Introducción)

La ciencia griega había puesto las bases teóricas para un nivel mucho más alto de aplicación práctica del que en realidad alcanzó. Una de las causas, el desprecio por el trabajo manual por parte de los ciudadanos libres, contribuyó a que no avanzara el desarrollo tecnológico hasta el final del Imperio romano, que significó también la decadencia de la esclavitud. Que a partir de los siglos XI y XII el legado de la ciencia griega haya podido incidir en un nuevo auge del desarrollo tecnológico se debió no sólo a la ausencia de mano de obra barata sino que era efecto también de una situación climática e hidrográfica distinta. Porque fue en la Europa central donde los antiguos inventos pudieron mostrar su eficacia y no en el Imperio de Bizancio, área en que de hecho se habían conservado a lo largo de todo el medioevo los manuscritos científicos griegos.

De la extensa obra de Farrington, helenista irlandés nacido en 1891, ya se publicaron varios libros en lengua española: *Ciencia y política en el mundo antiguo* (1965), *El evolucionismo* (1967), *La rebelión de Epicuro* (1967), *Francis Bacon, filósofo de la revolución industrial* (1971), *Ciencia y filosofía en la Antigüedad* (1971) y *Manos y cerebro en la antigua Grecia* (1974) entre otros.



Benjamin Farrington

Ciencia griega

ePub r1.0
Titivillus 17.07.17

Título original: *Greek Science*
Benjamin Farrington, 1953
Traducción: Elsa Ariadna Nikos
La traducción se basa en la tercera edición revisada del texto original inglés, de 1969
Imagen de cubierta: Despedida de un guerrero. Detalle de una pintura de Hydria Atica, mitad del s. VI a. C.

Editor digital: Titivillus
ePub base r1.2



A MI AMIGO

Dr. MIGNON B. ALEXANDER

INTRODUCCIÓN

a la edición inglesa de 1953

Ciencia griega, que apareció en dos volúmenes sucesivos en 1944 y 1949, se presenta ahora en un solo tomo. Esto coincide con la intención original del autor, y facilitará también la comprensión del libro. La nueva edición brinda asimismo la oportunidad de poner el libro al día. El conocimiento del tema continúa progresando, y ello se refleja no sólo en las indicaciones bibliográficas sino también —así lo espero— en el texto, donde he introducido los cambios pertinentes. Ellos afectan sobre todo al primer capítulo, que prácticamente ha sido escrito de nuevo.

Sería conveniente aclarar aquí cualquier posible confusión entre este libro y el que el autor ha publicado en *The Home University Library*, intitulado *Science in the Antiquity*. Ambos libros difieren tanto por su contenido como por su objetivo. El volumen de la *Home University Library* relata la historia de la ciencia antigua no sólo más brevemente sino también en distinta forma. Siguiendo un plan de tradicional eficacia, esboza el desarrollo de la ciencia antigua en estrecha relación con la historia de la filosofía. En mi volumen de *Pelican* he tratado de investigar las conexiones de la ciencia griega con la vida práctica, con las técnicas, con la base económica y la actividad productiva de la sociedad griega.

Como este segundo enfoque es mucho menos habitual, me ha resultado difícil sugerir a los lectores una relación realmente adecuada de fuentes informativas. Es tradicional que las fuentes para el conocimiento de la ciencia griega formen parte de recopilaciones cuyo objetivo primordial es ilustrar la historia de la filosofía griega. Por lo tanto, tengo ahora especial satisfacción en recomendar *A Source Book in Greek Science*, por Morris R. Cohen e I. E. Drabkin, McGraw-Hill Book Company, 1948. No hay aspecto de la ciencia griega de cuantos se tocan en el presente libro que no encuentre en dicha obra el material informativo pertinente, presentado con la mayor responsabilidad.

Quiero aprovechar también la oportunidad para referirme a otro punto. En mi intento de explicar la paralización del espíritu científico entre los griegos no he contado con la aprobación de todos los lectores al buscar la causa de esa decadencia en la creciente indiferencia con respecto a la ciencia aplicada, al relacionar esa indiferencia con el incremento de la esclavitud, y al señalar a Platón como el

exponente más completo y más influyente de la concepción de la ciencia que acompañó a esa decadencia. Se ha supuesto a veces que me mueve cierta oscura hostilidad hacia Platón, cuando yo considero simplemente que cumplo con mi deber de historiador de la ciencia. Quisiera, por ello, pedir a esos críticos a quienes mi interpretación no agrada que escuchen la voz del profesor Schuhl. En su tan estimado libro, *La formación del pensamiento griego*, escrito como *Introducción histórica a un estudio de la filosofía de Platón*, es tan terminante como yo acerca de este punto. Observa que en Tarento y Atenas, durante el siglo V, parecían sentadas las condiciones para el desarrollo de las técnicas, sin excluir la invención de máquinas, pero que esta brillante perspectiva fue arruinada por la influencia dominante de Platón en el ámbito intelectual de la época. En verdad, esto es más de lo que yo mismo digo, pues considero a Platón más como un síntoma que como causa de un mal de la sociedad. Sea como fuere, la opinión del profesor Schuhl es que la conciencia social de aquella época reflejaba el carácter esclavista de la sociedad, determinando así que se impusiera una serie de opciones fundadas en el desprecio hacia el trabajo manual, encaminadas todas hacia un mismo fin, y causantes, a la larga, de lo que él llama un bloqueo mental que impidió la aplicación dé la ciencia a las técnicas.[1] Habiendo escrito mi libro sin conocer la obra del profesor Schuhl, no puedo sino sentirme complacido por tan estrecha coincidencia en este punto.

B. FARRINGTON

Swansea, 1952.

La oportunidad de esta nueva edición, me permite poner al día la bibliografía y añadir algunos puntos al índice.

B. FARRINGTON

Lymington, 1969.

PRINCIPALES PERÍODOS Y ESCUELAS

1.º — *Colonias griegas en Asia*

Escuela de Mileto (Tales, Anaximandro y Anaxímenes), *c*. 600 a 550 a. C.

Heráclito de Éfeso, *floruit c*. 500 a. C.

Escuela hipocrática de Medicina; su centro estaba en la isla de Cos. (Se supone que Hipócrates vivió entre los años 460 y 380 a. C.)

El primer período del pensamiento griego (hasta el advenimiento de Sócrates) es a menudo designado como jónico, pues en la colonia jónica de Mileto comenzó, y floreció en ciudades jónicas como Éfeso y Cos.

2.º — *Colonias griegas en Italia y Sicilia (Magna Grecia)*

Pitágoras de Crotona, *fl. c*. 540.

Parménides de Elea, *fl. c*. 500.

Empédocles de Agrigento, *fl. c*. 450.

3.º — *Grecia propiamente dicha*

Anaxágoras de Clazómenes, en Jonia (c. 500-428), radicado en Atenas en la época de Pericles.

Demócrito de Abdera, *fl. c*. 420.

4.º — *Atenas*

Sócrates (469-399), Platón (427-367), Aristóteles (384-322).

5.º — *Época alejandrina*

Matemáticos: Euclides (*fl. c*. 300), Arquímedes (287-212), Apolonio (*fl. c*. 220).

Astrónomos: Aristarco (c. 310-230), Eratóstenes (c. 273-192), Hiparco (*fl. c*. 125).

Anatomistas: Herófilo y Erasístrato (*fl. c*. 290). Gramáticos: Dionisio de Tracia (*fl. c*. 290).

6.º — *Período grecorromano*

De los pensadores griegos de esta época, los dos mejor conocidos son el astrónomo y geógrafo Tolomeo (*fl. c*. 150 d. C.), y el anatomista y médico Galeno (129-199 d. C.).

Todos los oficios manuales poseen un contenido científico que va progresando con ellos mismos y que está incorporado a su práctica. El objeto manufacturado es el producto conjunto de la ciencia y de la práctica que se combinan en el oficio manual.
PLATÓN, *Política*, 258.

Los animales tienen percepción sensorial y memoria, pero poca capacidad para organizar la experiencia. Si el hombre posee además la habilidad técnica y el poder de la razón, esto se debe a que con ellos muchas acciones individuales de la memoria

dan como resultado experiencia organizada. Esta experiencia organizada se aproxima al conocimiento técnico y científico, que son sus productos. ARISTÓTELES, *Metafísica*, 980b.

La naturaleza hace muchas cosas en un sentido opuesto a las necesidades del hombre. Esto resulta de que la acción de la naturaleza es simple y uniforme, mientras que nuestras necesidades son muchas y variadas. Hasta que no se dispone de la habilidad técnica se hace difícil conseguir un efecto contrario a la naturaleza. Al hábil invento que nos saca del *impasse* lo llamamos mecanismo o aparato. ESCUELA DE ARISTÓTELES, *Mecánica*, 847a.

Nadie describiría la vida de los héroes en la época de la Guerra de Troya como una vida agradable. Esta descripción se puede reservar correctamente para nuestro modo de vida actual. En tiempos de Homero el hombre estaba expuesto a enfermedades y carecía de inventos, a causa de la ausencia de actividades comerciales y de la inmadurez de las técnicas. Pero ahora las actividades culturales le permiten disfrutar del ocio. TEOFRASTO (*Ateneo*, 51 Id).

PRIMERA PARTE

PRÓLOGO

El tema de esta primera parte es el período inicial de la ciencia griega, es decir: la ciencia de los siglos VI y V antes de nuestra era.

En muchos aspectos, el panorama de este período se aproxima más al nuestro que al de los períodos que lo siguieron, tanto el gran movimiento cultural ateniense del siglo IV, que gira alrededor de los nombres de Sócrates, Platón y Aristóteles, como el período alejandrino que comienza con hombres como Euclides y Arquímedes y termina con Tolomeo y Galeno.

La ciencia del período más primitivo de Grecia se parece a la nuestra porque, ingenua y rudimentaria como fue, considera al hombre como un producto de la evolución natural, juzga su capacidad de hablar y pensar como un producto de su vida social, y considera a la ciencia como una parte de su técnica para el dominio de su medio natural. Estas temerarias ideas hicieron su primera aparición entre los jonios, poco después del año 600 antes de Cristo, y fueron desarrolladas en el curso de un par de siglos con tan amplia visión y con tal unidad de propósitos, que aún hoy día sorprenden.

El tema principal de nuestro estudio es el origen de este modo de pensamiento, y su reemplazo por la concepción más sofisticada, pero menos científica, de la época de Sócrates, Platón y Aristóteles.

B. F.

CAPÍTULO I

LA DEUDA DE LA CIENCIA GRIEGA CON LAS CIVILIZACIONES MÁS ANTIGUAS DEL CERCANO ORIENTE

Es cierto que la ciencia griega, al igual que la civilización griega en su conjunto, debió mucho a las civilizaciones más antiguas del Cercano Oriente. Es igualmente cierto que la ciencia griega se abrió por sí sola nuevos caminos. ¿Qué tomó prestado y qué creó? Es éste un problema respecto al cual el conocimiento va progresando y la opinión va modificándose.

Solía creerse, por ejemplo, y se trata de una opinión persistente, que los griegos diferían de todos los demás pueblos de la antigüedad por su capacidad para el pensamiento racional. En su obra clásica (*Greek Mathematics*, Oxford, 1921, vol. I, págs. 3-6) Sir Thomas Heath se pregunta: «¿Qué aptitud especial tenían los griegos para la matemática?», y sin vacilar se da la respuesta: «La respuesta a esta pregunta es que su genio matemático era simplemente un aspecto de su genio filosófico… Los griegos, más que cualquier otro pueblo de la antigüedad, poseían el amor al conocimiento por sí mismo… Más esencial aún es el hecho de que los griegos eran una raza de pensadores».

Esta opinión nos parece ahora inaceptable. Ello ocurre en parte porque hemos contraído aversión a explicar las características mentales por circunstancias raciales, y porque, en todo caso, los griegos no eran una raza, sino un pueblo de ascendencia mixta. Pero también es por los progresos decisivos en el dominio de la historia de las ideas. Tal vez sean las erróneas opiniones sobre la historia de la astrología lo que más ha contribuido a fomentar la noción del contraste entre el Oriente supersticioso y los racionales griegos. Se nos ofrecía el panorama de esta milenaria superstición caldea, contenida por el racionalismo griego y el recio sentido común de Roma, hasta que, con el alud de los pueblos orientales, el Orontes desembocó en el Tíber y las claras perspectivas del paisaje clásico quedaron sumergidas en el lodo oriental. Pero ahora se sabe con certeza que esa descripción de la astrología no es exacta. Es verdad que existió una simple y primitiva astrología babilónica, que trataba de predecir las inundaciones, sequías, enfermedades y guerras, o sea acontecimientos que afectaban al país o al rey, pero no a individuos ordinarios. Pero la astrología que consiste en la preparación de horóscopos y que liga la suerte de los individuos a los astros —que es lo que por ella entendemos hoy— parece haber sido un producto de la ciencia alejandrina, y haber sido desconocida en Egipto antes de que los griegos macedonios gobernaran el país. (MARTIN P. NILSSON, *The Rise of Astrology in the Hellenistic Age*, Lund, 1943). Este ejemplo nos aconseja ser cautos en nuestra aceptación de las opiniones tradicionales respecto a la relación de Grecia con las civilizaciones prehelénicas.

Por civilizaciones prehelénicas entendemos en primer término las que florecieron en las tres grandes cuencas del Nilo, el Tigris y el Éufrates, y el Indo. Hacia el año 3000 a. C. esas culturas no sólo estaban técnicamente adelantadas, sino que también poseían literaturas escritas. Por el momento podemos dejar de lado el valle del Indo, pues su escritura aún no ha sido descifrada. Pero mucho es lo que se ha hecho por averiguar la influencia ejercida sobre los griegos por las técnicas y la ciencia escrita de Egipto y de Mesopotamia. Ambas eran importantes, pero la influencia de la última fue probablemente mayor. Ello sucede en parte porque el registro de sus realizaciones científicas es más notable (O. NEUGEBAUER, *The Exact Sciences in Antiquity*, Copenhague, Princeton, Londres, 1951, pág. 86) pero también a consecuencia de los diferentes destinos de aquellos dos centros de civilización. Egipto había entrado en un período de decadencia hacia el año 1000 a. de C.; pero Babilonia, bajo los asirios, los persas, y los griegos de Macedonia, experimentó diversos resurgimientos tanto de su poder político como de su genio creador durante el último milenio de la era pagana. Su cultura siguió manteniendo su carácter étnico y continuó su activo crecimiento durante 1000 años después del colapso de Egipto, y así se convirtió en contemporánea y rival de la cultura de los griegos. Las ciudades griegas que se extendían a lo largo de la costa del Asia Menor estuvieron así en contacto con la más activa de las dos antiguas culturas del Cercano Oriente (CONTENAU, *La Médecine en Assyrie et en Babylonie*, París, 1938).

Pero debemos también recordar que Egipto y Babilonia influyeron sobre Grecia a través de las muchas culturas derivadas en la zona oriental del Mediterráneo. Sólo podemos mencionar aquí algunas de las muchas culturas que mediaron entre el antiguo Oriente y Grecia. La grácil cultura minoica de Creta, bien conocida por sus vestigios materiales, será aún mejor conocida cuando se logre interpretar su escritura, tarea que está teniendo sus primeros éxitos. A los hititas se debió el descubrimiento de la técnica de la fundición del hierro, invención que hizo literalmente época, hasta tal punto que la ciencia moderna se contenta aún con emplear los términos de Edad de Bronce y Edad de Hierro para señalar etapas definidas del desarrollo social. En lugar de buscar explicaciones raciales del carácter mental de los griegos, sería más adecuado que las concepciones históricas modernas reflejaran el hecho de que la civilización griega, incluyendo su ciencia, es esencialmente una civilización de la Edad de Hierro, y no de la Edad de Bronce. Su tipo de democracia no podría haber existido sin el uso mucho más amplio de las herramientas y de las armas de hierro, posibilitado por la técnica de la fundición de ese metal. También debemos mencionar a los fenicios, los inventores del alfabeto fonético. Hay pruebas de que fue en Mileto, hacia el año 800 a. C., donde el alfabeto fue adaptado al idioma griego. Esta invención democratizó el alfabetismo, aboliendo el pesado aprendizaje mediante el cual los escribas de las civilizaciones anteriores adquirían el dominio de la escritura jeroglífica o de la cuneiforme. La democracia griega no podría haber existido sin ello. Finalmente, mencionaremos a los hebreos, cuya literatura, la más seria rival de la

griega, sigue siendo prueba perpetua de que no sólo los griegos pudieron dar forma literaria a concepciones vitales aún para el mundo presente.

Volvamos ahora a la cuestión de la deuda de la ciencia griega con las civilizaciones más antiguas, para darle, si nos es posible, una formulación más actual. Así la ofrecía en 1927 el excelente historiador francés Arnold Reymond (*Science in Greco-Roman Antiquity*, Methuen): «Comparada con el conocimiento empírico y fragmentario que los pueblos del Oriente habían reunido laboriosamente durante largos siglos, la ciencia griega constituye un verdadero milagro. Allí, por primera vez, la mente humana concibió la posibilidad de establecer un número limitado de principios, y de deducir de ellos una cantidad de verdades, que son su rigurosa consecuencia». Estas palabras representan bastante bien el estado del conocimiento hace un cuarto de siglo y contienen aún una gran dosis de verdad, pero parecen requerir algunas correcciones.

En primer lugar, hoy se presta más atención a la ciencia implícita en las técnicas, como veremos en seguida. En segundo lugar, el progreso en la interpretación de los escritos científicos de las civilizaciones más antiguas ha llegado hasta el punto de abolir la pretensión griega de prioridad o de singularidad en la creación de la ciencia teórica abstracta; y ahora, en lugar de poner a las antiguas civilizaciones la mala nota de haber «reunido laboriosamente» su saber apenas científico «durante largos siglos», estamos más inclinados a recordar que en ciencia los primeros pasos son los más difíciles. Es por ello que contemplamos con real asombro las realizaciones de los babilonios en matemática y en astronomía matemática. Está claro, incluso a partir de las lamentablemente pocas tablillas que hasta ahora han sido interpretadas, que antes del año 1500 a. C. se habían elaborado procedimientos aritméticos avanzados, y se habían planteado y afrontado los problemas de modo tal que sugiere irresistiblemente que en el esfuerzo por superar sus dificultades prácticas se había suscitado una curiosidad intelectual estrictamente científica. Nuestro conocimiento de la historia de la ciencia babilónica es, por desgracia, muy fragmentario. Pero cuando unos mil años después vuelve a encontrarse la pista, resulta que esos procedimientos matemáticos habían sido aplicados a la creación de una astronomía matemática que no sólo fue adoptada por los griegos y empleada para completar su propia y brillante creación de la astronomía geométrica, sino que hacia el año 300 a. C. había alcanzado el mismo nivel que tiene con Tolomeo en el Almagesto, en el siglo II d. C.

Por lo que hasta ahora sabemos de la ciencia prehelénica, esta astronomía aritmética de los babilonios tiene el mejor título para la categoría de ciencia exacta. Pero sería erróneo pasar por alto ciencias de clasificación tales como la petrología y la mineralogía, de las cuales hay pruebas tanto en Babilonia como en Egipto, que surgieron en relación con las actividades prácticas de la minería y la metalurgia. Tampoco debemos olvidar la medicina y la cirugía de los egipcios, tal como las revela el papiro de Edwin Smith, ni el calendario egipcio, que ha sido calificado como el único calendario inteligente en la historia humana, ni los muy elaborados

sistemas de pesas y medidas que empleaban tanto los egipcios como los babilonios. En resumen, aunque los métodos de transmisión requieren mayor elucidación, nos guiamos por el conocimiento actual cuando decimos que los griegos debieron a las civilizaciones más antiguas no sólo técnicas, sino también un cuerpo considerable de conocimientos científicos. Podemos preguntarnos, pues, si cabe seguir considerando a los griegos como un pueblo que dedujo, de los conceptos más empíricos y fragmentarios de los pueblos orientales, un cuerpo científico rigurosamente lógico. La enciclopedia de las ciencias constituida hacia la era alejandrina fue, con todas sus limitaciones, mucho más allá de cuanto había existido anteriormente, y continuó sin rival hasta tiempos modernos. Pero al comparar las realizaciones de los griegos con las de sus predecesores sería bueno no describir como diferencia cualitativa lo que después de todo no es sino una diferencia de grado; ni deberíamos describir como milagro lo que no es sino una brillante fase en un desarrollo histórico concatenado.

Tecnología y ciencia

Hasta ahora nos hemos venido ocupando principalmente del aspecto teórico de la ciencia. Pero es necesario contemplar a ésta también desde su lado más práctico. J. G. Crowther en su obra *Social Relations of Science* define la ciencia como «el sistema de conducta mediante el cual el hombre adquiere el dominio de su medio ambiente». Éste es también un enfoque útil, y aquí la tendencia ha sido la de subestimar en lugar de exagerar la originalidad y la capacidad de los griegos. Muchos autores modernos, desorientados sin duda por lo que han dicho algunos de los propios griegos de la antigüedad, han sumado al orgullo por el brillo teórico de la ciencia griega la voluntad de ignorar o negar sus triunfos prácticos. De ello ha resultado una imagen deformada, cuya corrección es uno de los propósitos de este libro.

La ciencia, sea cual fuere su desarrollo ulterior, tiene su origen en las técnicas, artes y oficios, y en las varias actividades a las que el hombre se entrega en cuerpo y alma. Su fuente es la experiencia; sus fines, prácticos, y su única justificación, la utilidad. La ciencia progresa en contacto con las cosas; depende de la evidencia de los sentidos, y —aun cuando parezca algunas veces alejarse de ellos— siempre a éstos ha de retroceder. Exige lógica y la elaboración de la teoría, pero la más estricta lógica y la más excelente teoría deben ser probadas en la práctica. La ciencia en su aspecto práctico es la base necesaria para la ciencia abstracta y especulativa.

De lo expuesto se deduce que la ciencia avanza en estrecha relación con el progreso social del hombre y se hace más consciente a medida que el modo total de vivir del hombre se hace más intencional. Quien recoge alimentos adquiere una forma de conocimiento de cuanto lo rodea; quien los produce, otra. Este último es más activo e intencionado en sus relaciones con la madre tierra. A mayor dominio del ambiente, mayor productividad, lo que a su vez provoca cambios sociales. La ciencia

de una sociedad gentil o tribal no puede ser igual a la ciencia de una sociedad política. La división del trabajo influye en el progreso de la ciencia. El advenimiento de una clase ociosa proporciona la oportunidad para reflexionar y elaborar teorías. También permite teorizar sin tener en cuenta los hechos. Además, con la evolución de las clases, aparece la necesidad de una nueva clase de «ciencia» que podríamos definir como «el modo de proceder mediante el cual el hombre adquiere dominio sobre el hombre». Cuando la tarea de dominar a los hombres constituye la preocupación de la clase dirigente y la de dominar a la naturaleza la tarea forzosa de otra clase, la ciencia toma un rumbo nuevo y peligroso.

Para comprender plenamente el desarrollo científico de una sociedad cualquiera debemos tener presente el grado de su progreso material y de su estructura política. La ciencia *in vacuo* no existe. Existe, sí, la ciencia de una sociedad determinada, en lugar y época determinados. Sólo puede encararse la historia de la ciencia en función de la vida social en conjunto. En consecuencia, para alcanzar una concepción histórica de la ciencia de Grecia, debemos comprender algo de la evolución previa de su sociedad, desde el punto de vista del progreso técnico y de la estructura política. Tal es el propósito de este capítulo.

Se supone que el hombre se ha desarrollado por evolución a partir del estado animal desde hace unos dos millones de años. Durante la mayor parte de este tiempo (digamos 1.950.000 años) se dedicó a proveerse de herramientas con las que empezó a cooperar con la naturaleza para mantenerse, en vez de subsistir gracias a su generosidad, como otras criaturas. Después, hace 50.000 años, el hombre se proveyó de otras herramientas, esto es, el habla totalmente articulada y la capacidad de pensamiento conceptual. El *homo faber* se convirtió en *homo sapiens*. En esta fase se hizo capaz de distinguirse a sí mismo del resto de la naturaleza, con lo que pudo concebirse como colaborador de la misma. Esta colaboración es el tema fundamental de la ciencia: la historia de la ciencia es el registro de la comprensión progresiva de esta colaboración. Para nosotros comienza con la invención de la escritura hace unos 5 o 6.000 años.

Los utensilios más antiguos que se conservan, usados por el hombre para dominar el ambiente, son herramientas de piedra. De éstas deducen los expertos la capacidad intelectual y el progreso embrionario del hombre, aun en la Edad de Piedra. El crecimiento de la habilidad manual —que es por sí misma una forma de inteligencia — se ve en el perfeccionamiento de los utensilios.

Se advierte el progreso intelectual en la creciente capacitación para elegir entre las diferentes clases de piedra. No faltan evidencias de acumulación y previsión. El hombre practicó excavaciones en busca de pedernales antes de excavar en busca de metales. En una etapa de su evolución, el hombre no hizo sino seleccionar piedras adecuadas a sus propósitos y adaptarlas. En la etapa subsiguiente, picó las piedras grandes para obtener trocitos del tamaño y forma deseados. Ésa fue una revolución de la técnica. Después hizo sus herramientas para fines cada vez más especializados.

Tuvo raspadores, puntas y trituradoras. Hasta tuvo herramientas para hacer herramientas, y otras herramientas con que hacer herramientas para hacer nuevas herramientas. Tampoco fue la piedra el único material empleado. El conocimiento de los materiales es una parte muy importante de la ciencia. El primitivo fabricante de herramientas no descuidó las ventajas que ofrecían para finalidades específicas otros materiales que no eran piedras. Madera, huesos, cuernos, marfil, ámbar o conchas le proporcionaron nuevos instrumentos y nos permiten hoy apreciar su creciente sabiduría.

No se crea que tal sabiduría se limitó a los materiales; es también evidente su creciente apreciación de los principios mecánicos. Pronto comprendió la utilidad de la cuña. Hizo un nuevo progreso al combinar en una herramienta las funciones de la cuña y de la palanca. El propulsor; el arco y la flecha, y el arco aplicado al taladro, son otros jalones de su progreso mecánico, aun cuando —por supuesto— la apreciación de los principios involucrados fue al comienzo práctica sensorial, derivada de las operaciones, carente de teoría. Pero ese conocimiento práctico es la base necesaria de la teoría. Del gran ingeniero de Napoleón, Conté, se decía que tenía todas las ciencias en la cabeza y todas las artes en las manos. Por si esto fuera poco, J. B. S. Haldane escribe: «Como fisiólogo, observo que necesito una superficie de cerebro tan amplia para controlar mis manos como para mis órganos bucales. Como operario científico, observo que algunos de mis colegas parecen pensar principalmente con las manos y son muy poco hábiles en el uso de la palabra». Probablemente el hombre primitivo dijera muchas tonterías, pero hay buenas pruebas de que hacía muchas cosas bien.

Es evidente la existencia de una ciencia previa a la civilización, aun en la conducta de los salvajes contemporáneos. Driberg, un excelente observador, nos asegura que los salvajes son seres razonadores capaces de inferencias, pensamientos lógicos, argumentos y especulaciones. «Hay salvajes que son pensadores, filósofos, augures, dirigentes e inventores». Driberg insiste en el verdadero carácter científico de algunas de las actividades de los salvajes. «No sólo el salvaje se adapta a su ambiente natural, sino que también adapta el ambiente a sus propias necesidades. Es esta interminable batalla entre las fuerzas de la naturaleza y el ingenio humano la que conduce con el tiempo a alguna forma de civilización». Pueden ponerse ejemplos. Los salvajes cuentan con dispositivos elaborados para proporcionarse agua pura para beber; practican el riego; se ocupan de plantar árboles con múltiples finalidades: para mejorar el suelo, para protegerse del viento, por razones estratégicas, o para procurarse material para sus armas y fibras para vestirse; construyen embalses en los ríos y preservan la caza. Dé siglos o milenios de tales actividades surgen las artes y los oficios en que se basa la civilización.

El verdadero origen de la civilización depende del dominio simultáneo de cierto número de técnicas, unas nuevas y otras antiguas, que, reunidas, son suficientes para hacer de un nuevo recolector de alimentos un verdadero productor de alimentos. Un

superávit permanente de alimentos es la base necesaria para que surja la sociedad civil. En seguida son posibles las mayores concentraciones de población; comienza la vida urbana, y la aldea neolítica es sustituida por la ciudad poderosa.

Las técnicas fundamentales fueron: la domesticación de animales, la agricultura, la horticultura, la alfarería, la fabricación de ladrillos, la hilandería, los tejidos y la metalurgia. Tales formas de imitar y cooperar con la naturaleza constituyen una revolución en la ciencia del hombre y una revolución en su modo de vivir. La primera región de la Tierra en la que la combinación de estas técnicas estableció los fundamentos de civilizaciones fue el Cercano Oriente, es decir: los valles del Nilo, del Éufrates y del Indo. El período principal en que se desarrollaron esas nuevas técnicas está comprendido entre los dos milenios que van desde el año 6000 al 4000 antes de Cristo.

Cuando se enseñe la historia como es debido, para que todos —a modo de base de su vida intelectual— comprendan la verdadera historia de la sociedad humana, una de las lecciones más fundamentales será la exposición concreta y detallada de la naturaleza de esta gran revolución gracias a la cual dominó el hombre todo lo que le rodeaba. El cinematógrafo, el museo, el taller, la conferencia y la biblioteca han de combinarse para que la humanidad adquiera conciencia histórica del significado de esos vitales dos mil años.

Esa revolución técnica constituye la base material de la civilización antigua. No ha habido otra mudanza comparable en el destino del hombre desde entonces hasta la revolución industrial del siglo XVIII. Toda la cultura de los antiguos imperios del Cercano Oriente, de Grecia y de Roma, así como los de la Europa medieval, se funda en el acervo técnico de la Era Neolítica. De ahí las similitudes entre unas y otras. Lo que hoy nos diferencia de ellas sólo puede comprenderse si reparamos en que nos separa la segunda gran revolución técnica, el advenimiento del maqumismo. Solamente una amplia reforma de nuestros sistemas educativos permitirá hacer justicia a la trascendencia de estas verdades.

Entretanto podemos mencionar dos libros, para uso de aquellos que deseen conocer el papel desempeñado por la técnica en las sociedades antiguas. Gordon Childe (en *Man Makes Himself*, Watts) nos proporciona una brillante relación de la revolución técnica de la Era Neolítica, y del subsiguiente incremento de la vida urbana.[1] La obra de Partington *Origins and Development of Applied Chemistry* (Longmans Green and Co.) proporciona un resumen completo y actualizado del conocimiento de los materiales por el hombre, desde la aurora de la civilización hasta el año 1500 antes de Cristo, es decir, hasta las postrimerías de la Edad de Bronce. Se han producido —nos asegura— muy pocas novedades en la química aplicada entre el fin de la Edad de Bronce y lo que bien puede llamarse tiempos modernos. Esto autoriza a decir que se ha estancado durante 3.000 años esta rama fundamental del conocimiento; período que representa la mitad de la vida de la civilización del Cercano Oriente y la totalidad de la civilización grecorromana, y que termina sólo

cuando Europa sale de la Edad Media. He aquí un gran problema para el historiador de la ciencia. Más adelante volveremos sobre él.

«Estudiando el desenvolvimiento del hombre —escribe Partington—, nada más significativo, si bien muy descuidado, que lo que se refiere al uso de los materiales». Ya hemos hablado de algunos de los materiales usados por el hombre en la Era Paleolítica. En Egipto, las varias fases del progreso humano están registradas por el uso creciente de las cosas. En el período predinástico, esto es, en el año 4000 y aun antes, los egipcios usaban piedras, huesos, marfil, pedernal, cuarzo, cristal de roca, cornerina, ágata, hematita, ámbar y una larga serie de otras piedras semipreciosas. Se agrega a esta lista el conocimiento del oro, la plata, el ámbar (*electrum*), el cobre, el bronce, el hierro en pequeñas cantidades, el plomo, el estaño, el antimonio, el platino, la galena y la malaquita. Un friso funerario de la época del Imperio Antiguo (2980-2475) muestra un taller de operarios de metales. Algunos de los hombres se ocupan en soplar el fuego de un homo con algo que parece ser cañas recubiertas de arcilla; otros cortan y golpean metales; otros, a su vez, están pesando metales preciosos y malaquita. En la antigüedad las pesas se hacían de piedra dura cortada en formas geométricas; las balanzas eran del tipo de báscula de brazos.

No intentaremos describir las múltiples técnicas de los egipcios. La obra *The Legacy of Egipt* (Oxford, 1942) tiene excelentes capítulos sobre el tema. Bastante se ha dicho ya para dejar planteada la cuestión que nos ocupa, y a ella nos remitiremos.

¿Qué clase de conocimientos implican esas operaciones técnicas? ¿De qué manera pudieron quedar fuera de la ciencia de los griegos?

Los hombres pesaron miles de años antes de que Arquímedes describiera las leyes del equilibrio; por lo que debieron de tener un conocimiento práctico e intuitivo de los principios involucrados. Lo que Arquímedes hizo no fue sino extraer las implicaciones teóricas de ese conocimiento práctico, y enunciar el conjunto resultante de conocimientos en la forma de un sistema lógico coherente. El primer libro de su *Tratado sobre el equilibrio de los planos* comienza con siete postulados. *Pesos iguales a igual distancia se equilibran. Si pesos desiguales actúan a distancias iguales, el mayor vence al menor*. Éstos son dos de los postulados que hacen explícitas y formales las suposiciones sustentadas tácitamente durante siglos; su número ha sido reducido al mínimo en que la ciencia puede basarse. Argumentando a partir de esos postulados, Arquímedes llega, luego de una serie de proposiciones, al teorema fundamental, probando primero con elementos conmensurables, y luego por *reductio ad a absurdum* para las magnitudes inconmensurables, que: *Dos magnitudes, sean conmensurables o inconmensurables, se equilibran a distancias inversamente proporcionales a esas magnitudes*. (*Greek Mathematics*, Heath, vol. II, pág. 75).

Éste es un ejemplo típico de lo que se desea significar al decir que el conocimiento empírico de los pueblos orientales fue transformado en ciencia teórica por los griegos.

Pero no todas las prácticas técnicas contienen una suma de conocimientos

susceptible de ser reducida tan directamente a una serie de proposiciones encadenadas por la lógica matemática. La práctica química, como ya hemos visto, estaba muy adelantada antes del año 1500 a. C.; la teoría química, en cambio, estaba muy rezagada. «Muchas de las ideas históricamente más importantes —escribe Haldane— no fueron en un principio consignadas en palabras; fueron invenciones técnicas que eran aprendidas en un comienzo por imitación, y sólo lentamente alcanzaron la forma de teoría. Cuando se enunció la teoría, probablemente no se le encontraba sentido; en cambio, la práctica la corroboró. Esto es lo que ha venido sucediendo, por ejemplo, hasta hace poco con la extracción de metales del mineral en bruto». De la práctica de pesar, los griegos, gracias a Arquímedes, consiguieron construir una ciencia de la estática. Aristóteles y Teofrasto no alcanzaron un éxito similar en su intento de elaborar un cuerpo correcto de teoría química a partir de las experiencias de los oficios del alfarero y el herrero; sin embargo, hay que hacer notar que el tratado *Meteorología* IV de Teofrasto y la obra *Del fuego* de Aristóteles, de las que se hablará más adelante, son muy prometedores y contienen elementos científicos genuinos. El éxito obtenido al establecer una ciencia de la estática y el fracaso al no elaborar una ciencia de la química nos da idea de la fuerza y de la debilidad del legado científico griego.

Pero la ausencia de una teoría correcta no debe impedirnos apreciar los elementos genuinamente científicos contenidos en las técnicas en que los artesanos egipcios sobresalieron y que los griegos tomaron de ellos. Consideremos, por ejemplo, la ciencia implicada en la fabricación del bronce. El bronce es una aleación de cobre y estaño que tiene ciertas ventajas sobre el cobre puro. Tiene un punto de fusión más bajo. Es más duro. Tiene un color más bello y lo conserva mejor. Los forjadores egipcios conocían bien estas ventajas, y habían hecho experimentos hasta obtener los mejores resultados. Sabían, por ejemplo, que el bronce más duro es el que contiene 12 por ciento de estaño; que un porcentaje más bajo no le da la dureza necesaria, y que un porcentaje más alto hace que el bronce sea más frágil. Muchos otros procesos, tales como la alfarería y la fabricación del vidrio, ilustran igualmente su capacidad en la química aplicada; los griegos heredaron esta química aplicada pero ni los egipcios ni los griegos produjeron un solo cuerpo escrito de química teórica. ¿Por qué?

Muchas técnicas requieren en cierto momento el uso del fuego. El fuego es un gran maestro; el mejor maestro del hombre en el arte de la química. Plinio ha descrito con bellas imágenes el papel que el fuego ha desempeñado en la civilización. «He completado —dice— mi descripción de las obras del ingenio humano, por las que el arte imita a la Naturaleza, y observo con asombro que el fuego es casi siempre el factor activo. El fuego toma la arena y nos devuelve, ya vidrio, ya plata, ya minio, ya varias clases de plomo, ya pigmentos, ya medicinas. Por el fuego las piedras se derriten y se hacen bronce; por el fuego se hace el hierro y se trabaja. Con el fuego se produce el oro. Con el fuego se calcina esa piedra que en forma de cemento sostiene nuestras casas sobre nuestras cabezas. Hay varias cosas a las que resulta conveniente

exponer más de una vez a la acción del fuego. El mismo material original es una cosa después de la primera exposición al fuego; otra después de la segunda, y aún otra después de la tercera. El mismo carbón, por ejemplo, adquiere su poder sólo después de apagado; y cuando podía pensarse que se ha agotado, es cuando sus virtudes son máximas. ¡Oh, fuego! inmensurable e implacable porción de la Naturaleza. ¿Hemos de llamarte destructor o creador?» (*Historia Natural*, XXXVI, 68).

Pero el fuego no sólo es un gran maestro: es también un implacable dictador que pide sangre, fatigas, lágrimas y sudor. «He visto al herrero trabajando en la boca de su fragua —escribe el satírico egipcio—; sus dedos son como la piel del cocodrilo; huele peor que las huevas de pescado». Y agrega: «Nunca he visto a un herrero en un despacho, ni a un fundidor entrar en una embajada».

El fuego, por lo que parece, no sólo tiene influencia sobre las cosas, sino también sobre los individuos y sobre la constitución de la sociedad. Es el efecto social de las técnicas que incluye el uso del fuego, y también de otras tareas penosas —como lo ha explicado Gordon Childe—, lo que ha limitado el desarrollo de la ciencia escrita.

La revolución técnica de la Era Neolítica proporcionó las bases materiales para la civilización del Cercano Oriente. Esa revolución también determinó el carácter social de Ja civilización que estaba a punto de surgir. Elaboró gradualmente una división en la sociedad, que no había existido antes de manera comparable. Colocó en un polo de la sociedad a los trabajadores; en el otro, a los administradores. Aquí el campesino, el alfarero y el herrero; allá el rey, los sacerdotes y los nobles. La química aplicada —la tarea de transformar las cosas por medio del fuego—, de un lado; la política aplicada —o la tarea de dirigir a los hombres por medio del miedo—, del otro. En el antiguo Egipto, los talleres eran propiedad del rey, de congregaciones de sacerdotes o de pequeños grupos de mercaderes acomodados. Los oficios tenían estrecha relación con los grandes latifundios; los trabajadores —agrícolas o de la industria— eran esclavos o, como dicen ahora algunos, esclavos asalariados. Éstas eran las clases más importantes de la sociedad egipcia.

El desarrollo de la escritura se operó paso a paso y a la par de esta civilización dividida en clases, y en su origen la escritura fue un instrumento de gobierno. El escriba, pese a su humilde apariencia, pertenecía a la clase administradora. Su profesión era, de hecho, la escala principal por la que los individuos podían ascender de la clase de los trabajadores manuales al servicio civil. Paralelamente la tradición literaria abarcaba sólo aquellas ciencias o seudociencias que eran útiles a la administración o que servían los intereses de la clase dirigente. Antes de que finalizara el cuarto milenio aparecieron los libros. De ahí en adelante, las matemáticas, la cirugía, la medicina, la astrología, la alquimia y la horoscopía fueron tema de tratados escritos. En cambio, las ciencias de aplicación práctica y las técnicas de la producción siguieron siendo ejercidas exclusivamente por tradición oral entre los miembros de la clase más baja de la sociedad. La teoría estaba todavía totalmente identificada con la práctica y no podía ser separada de ella por falta de ocio para

reflexionar. Los peritos en las técnicas no solamente no gozaban del recurso de la escritura, que ha desempeñado tan importante papel en la habilitación del hombre para las generalizaciones abstractas partiendo de esos múltiples detalles particulares, sino que el establecimiento de la división social entre la clase dirigente y la clase trabajadora les había restado categoría y posibilidades.

Ésta es la explicación de la paradoja señalada hace tiempo por Lord Bacon (*Novum Organum,* I, LXXXV), según la cual los grandes descubrimientos técnicos «eran más antiguos que la filosofía y que las artes intelectuales; hasta tal punto es así, que cuando comenzó la ciencia contemplativa y doctrinal, cesaron los descubrimientos en las actividades prácticas».

Se advertirá que estas consideraciones son aplicables a toda la evolución científica de la Antigüedad. En cierto grado son aplicables todavía hoy; y la historia de la ciencia griega, que es lo que más nos interesa, será ininteligible a menos que las tengamos presentes constantemente. Adquirir las artes mecánicas de Egipto o de cualquier otra parte significó adquirir también sus consecuencias sociales, por lo menos en cierta medida. «Lo que se conoce por artes mecánicas —dice Jenofonte— lleva consigo un estigma social, y con razón se considera deshonroso en nuestras ciudades; pues tales artes dañan el cuerpo de quienes trabajan en ellas y de quienes actúan como supervisores, porque les imponen una vida sedentaria y encerrada y, en algunos casos, los obligan a pasar el día junto al fuego. Esta degeneración física redunda también en perjuicio del alma. Además, los operarios de estos oficios no disponen de tiempo para cultivar la amistad y la ciudadanía. En consecuencia, son considerados como malos amigos y malos patriotas, y en algunas ciudades, especialmente en las guerreras, no le es lícito a un ciudadano dedicarse a trabajos mecánicos» (*Œconomicus*, IV, 2-3).

Este desprecio por las artes mecánicas terminó por resultar un serio obstáculo para el desarrollo de las ciencias física, química y mecánica en Grecia. Pero no sucedía aún así en los primeros tiempos, hasta aproximadamente el año 500 a. C. Es importante hacer un esfuerzo para entender las realizaciones técnicas de los griegos de ese período, aunque dicho esfuerzo sea difícil para quienes tienen una cultura puramente literaria, como ocurre con el que esto escribe, y sin duda, con muchos de sus lectores. ¡Es tan fácil, al pronunciar frases como Edad de Bronce y Edad de Hierro, olvidar los largos y complicados procesos de desarrollo involucrados en esas palabras, y suponer que la invención de la técnica de la metalurgia del bronce o de la del hierro procede de una simple observación y se reduce a una sola y sencilla operación!… ¡Apenas leemos la historia del hombre primitivo que accidentalmente calentó una nueva especie de piedra en su fogata y vio correr el brillante metal fundido… ya creemos que ha empezado la Edad de Hierro!

Pero si para variar tomamos un libro como el de R. J. Forbes, *Metallurgy in Antiquity* (Brill, Leiden, 1950) y nos limitamos a observar aunque sólo sea su cuidadosa distinción de las cinco etapas históricas de la metalurgia del cobre:

primero, forjado del cobre nativo; luego, reconocimiento de éste; luego, fundición de óxidos y carbonatos de cobre; luego, fundición y refinación del cobre; finalmente, fundición de sulfuros de cobre, comenzaremos a entender algo de lo que involucra la elaboración de semejante técnica. Empezamos a entender que el activo ingenio de hombres capaces y decididos, trabajando generación tras generación durante siglos enteros, fue necesario para extraer todo el provecho posible de esas diversas técnicas. Y aun así estamos dejando de lado el trabajo abrumador y peligroso de los modestos mineros y metalúrgicos, y no hacemos notar que la sociedad tuvo que alcanzar cierta estructura sin la cual la extracción, transporte y manipulación de los materiales necesarios no hubieran podido organizarse. Pero sólo una vez que nos hemos compenetrado con ese panorama podemos entender la obra de técnicos griegos del siglo VI, tales como los artistas samios Reco, Telecles y Teodoro, a quienes se atribuye la invención de la técnica de fundir estatuas en bronce de tamaño humano natural, invención que para los griegos significó destacarse del resto del mundo en lo referente a la metalurgia del bronce. Estos hombres fueron también grandes constructores. Hasta se recuerda que Teodoro, anotándose un triunfo que no se repetiría hasta los tiempos de Roma, instaló un sistema de calefacción central en el templo de Diana, en Éfeso. Se le asignan también muchas otras invenciones. Los lectores del tercer capítulo verán que, obedeciendo a una tradición que me parece fundada, he otorgado un lugar prominente en mi historia de los comienzos de la ciencia griega a otro samio, Pitágoras, exactamente contemporáneo de Teodoro, pues ambos florecieron hacia el año 530 a. C. Todo el mundo sabe que Pitágoras no sólo era un matemático, sino también un vegetariano, quien, sin embargo, se abstenía de comer habas, y que creía en la transmigración de las almas. Soy reacio a trastornar esas concepciones tradicionales de la historia del pensamiento. Lo único que anhelo es conquistar también un lugar para su contemporáneo y coisleño, a quien se atribuye no sólo la invención de la fundición de estatuas de bronce y la de la calefacción central, sino también la del nivel, la escuadra, la regla y el torno. La historia de la ciencia adquiere un mejor equilibrio cuando la enfocamos también desde el lado de la técnica.

La mención de la metalurgia del bronce me recuerda, empero, que los griegos eran un pueblo de la Edad de Hierro. Nuevamente podemos aprender del profesor Forbes que la nueva técnica exigió mayores esfuerzos al ingenio humano. En la metalurgia del bronce todo depende de la composición de la aleación, pero en la metalurgia del hierro las propiedades que se desea impartir al metal dependen en mucho mayor grado de la manipulación, de la temperatura a la cual ha sido calentado, de la velocidad de su temple, del tiempo y temperatura de recocido. En esta nueva y complicada técnica también los griegos desempeñaron un papel precursor. Gordon Childe ha demostrado (*Progress and Archaeology*, pág. 40) que ya antes del año 500 a. C. los griegos, con su invención de nuevas herramientas de hierro, habían realizado un progreso decisivo en el dominio del hombre sobre la naturaleza. Estos ejemplos

ponen de relieve los adelantos técnicos de la época durante la cual nació la ciencia griega.

Aunque los griegos de tiempos posteriores llegaran a volverse indiferentes con respecto al progreso técnico, puede verse en sus vasos pintados y en otros monumentos el orgullo que los griegos de fines del siglo VI sentían por esas realizaciones. «El arte griego de los períodos arcaico y clásico, escribe Rostovtzeff (*The Hellenistic World*, pág. 1200), nunca descuida la representación de las artesanías», como lo haría más tarde en favor de la mitología y del ornato. Y en algunos vasos llegamos a ver concretamente al herrero o al alfarero en sus respectivos talleres. Por ejemplo, Beazley identifica (*Potter and Painter in Ancient Athens*, pág. 6) en un vaso del año 515 a. C., la figura de un maestro alfarero en «un anciano con largos cabellos blancos, vestido con un manto, que sostiene no un bastón vulgar, sino uno de aspecto divino, semejante a un cetro», como atributo, por supuesto, de su dignidad. Lo compara con una figura de bronce de Laconia, que data aproximadamente del año 500 a. C., la cual representa a otro anciano, «con largos cabellos y rostro inteligente», bien ataviado, como lo requiere su importancia, y también con un bastón. En él identifica a un maestro fundidor, suponiendo que el retrato de bronce sea una ofrenda hecha por su propio original.

En la Florencia del siglo XV, donde la ciencia y el arte bullían con nueva vida, los talleres de los orfebres eran el principal centro de la nueva actividad. «Esos talleres, escribe Hans Baron (*Journal of the History of Ideas*, vol. IV, 1943), desempeñaban en el siglo XV la función cumplida en los siglos posteriores por el taller industrial y por el laboratorio científico. Allí tenían lugar el experimento, la observación, el pensar por las causas, entre hombres cuyos oficios les habían valido una elevada estima social». Yo creo que condiciones semejantes a éstas existieron durante la primera época —la Edad Heroica— de la ciencia griega.

CAPÍTULO II

PRINCIPALES PERÍODOS DE LA CIENCIA GRIEGA

Las divisiones cronológicas de los movimientos históricos pueden tener algo de arbitrario, pero al comienzo ayudan a recordar. Proporcionan una especie de andamiaje dentro del cual ha de levantarse el edificio. Digamos entonces que la historia de la ciencia griega abarca alrededor de novecientos años y puede dividirse en tres partes, de unos trescientos años cada una. El primer período —el más original y el más fértil en creaciones— se extiende desde el año 600 a. C. hasta la muerte de Aristóteles en 322 a. C. El segundo, desde la fundación de Alejandría hasta completarse la conquista romana del Oriente, hacia el comienzo de la Era Cristiana. El tercero comprende los primeros tres siglos del Imperio Romano.

De estos 900 años, los primeros 300 son los más importantes, y los últimos los menos. Dentro de estas divisiones, los años más fundamentales son: 1) el período 600-400 a. C., cuando por primera vez en la historia se contempla al mundo y a la sociedad con criterio científico; y 2) el período 320-120 a. C., cuando bajo la influencia de los Tolomeos se constituyeron algunas ramas de la ciencia, en lo que a grandes rasgos podría llamarse sus bases presentes. El primero de estos períodos ha sido llamado por Heidel la edad Heroica. El último podría llamarse la «Era del Libro de Texto». El período intermedio, desde el 400 al 320 a. C., que comprende las actividades de Platón y Aristóteles, es notable por el desarrollo de la filosofía. Se creó la terminología lógica sin la cual no hubieran podido escribirse los libros de texto más importantes de la era posterior.

El hecho original del comienzo de la ciencia griega es que nos ofrece por primera vez en la historia el intento de brindarnos una interpretación puramente naturalista del universo como un todo. La cosmología desplaza a los mitos. Los antiguos imperios del Cercano Oriente habían creado y conservado un conjunto de técnicas industriales y agrícolas altamente evolucionadas; habían elevado el nivel del desenvolvimiento teórico y de la sistematización de algunas ciencias oficialmente reconocidas, tales como la astronomía, las matemáticas y la medicina; pero no tenemos pruebas de ningún intento de encontrar una explicación naturalista del universo como un todo. Hay una mitología oficial transmitida por corporaciones de sacerdotes, y conservada religiosamente en aparatosos ceremoniales, para dar a entender cómo las cosas habían llegado a ser lo que eran. Los pensadores individuales no parecen haber ofrecido bajo sus nombres una doctrina racional en sustitución de ésa.

Esta etapa de la ciencia corresponde en general al período de desenvolvimiento social de los imperios antiguos. En aquellas civilizaciones de los valles, la vida dependía del abastecimiento artificial del agua. Los gobiernos centralizados comenzaron controlando vastas áreas con autoridad absoluta, con plenos poderes para

dar o retener el agua. Obras gigantescas de ladrillo o de piedra dan prueba de la facultad de los gobiernos para dirigir los esfuerzos conjuntos de las multitudes. *Ziggurats*, pirámides, templos, palacios y estatuas colosales —moradas, tumbas e imágenes de reyes y dioses— nos advierten del sentido de organización de los poderosos, de la habilidad técnica de los humildes y de las supersticiones en que se basaba la organización social. La astronomía era necesaria para regular el calendario; la geometría, para medir los campos; la aritmética y el sistema de pesas y medidas, para cobrar los impuestos. La medicina tenía sus usos evidentes. También, según es fácil ver, los tenía la superstición, ya que hasta pudo ser obstáculo para el advenimiento de la cosmología científica. Un sofista griego del siglo IV a. C. estudió la religión oficial de Egipto y descubrió su función social. Vio que los legisladores egipcios habían establecido muchas supersticiones despreciables, primero «porque consideraban adecuado acostumbrar a las masas a obedecer cualquier orden que les dieran los superiores», y segundo, «porque juzgaban que podrían confiar en que aquellos que ponían de manifiesto su religiosidad acatarían igualmente las leyes en todos los casos» (ISÓCRATES, *Busiris*). No era ésta una organización social en la cual pudieran sentirse alentados a progresar quienes tuvieran un concepto racional del mundo y de la vida humana.

EL DESPERTAR JÓNICO - LA ESCUELA DE MILETO Y HERÁCLITO

En Jonia, en la costa egea de Anatolia, en el siglo VI, las condiciones eran muy diferentes. El poder político hallábase en manos de una aristocracia mercantil que estaba seriamente empeñada en promover el rápido desarrollo de la técnica, de la que dependía su prosperidad. La institución de la esclavitud no había alcanzado aún tal desarrollo que justificara el que las clases dirigentes despreciaran las técnicas. El conocimiento era todavía práctico y fructífero. Mileto, cuna de la filosofía natural, era la ciudad más adelantada del mundo griego. Era la capital de un gran número de colonias del mar Negro; su comercio, que hizo posible el intercambio de sus productos con los de otros países, se extendía por todo el Mediterráneo,[1] estaba en contacto por tierra con la civilización aún próspera de la Mesopotamia y con Egipto por mar. La información que poseemos nos demuestra que los primeros filósofos fueron hombres activos, que se interesaban en las cosas que se podían encontrar en una ciudad así. Todo lo que sabemos de ellos confirma la impresión de que el alcance de sus ideas y las formas de pensamiento que aplicaban a la especulación sobre la naturaleza de las cosas eran, en general, las que por su interés activo habían extraído de las cuestiones prácticas. No eran reclusos empeñados en elucubrar cuestiones abstractas, no eran «contempladores de la naturaleza» —sea esto lo que fuere—, sino hombres prácticos, activos. La novedad de su filosofía residía en el hecho de que cuando analizaban la razón de las cosas lo hacían a la luz de las experiencias

cotidianas, sin considerar antiguos mitos. Su libertad de toda dependencia de explicaciones mitológicas se debía a que la estructura política relativamente simple de sus florecientes ciudades no les había impuesto la necesidad de gobernarse por supersticiones como en los imperios primitivos.

Tales, el primero de los filósofos de Mileto, visitó Egipto por razones comerciales y volvió de allí trayendo conocimientos de geometría. Encontró nuevas aplicaciones para la técnica que los egipcios habían elaborado para medir los campos. Por medio de un sistema de triángulos semejantes concibió un método para determinar la distancia entre los barcos y la costa. Se dice que tomó de los fenicios algunos adelantos en el arte de navegar guiándose por las estrellas. Con ayuda de las tablas astronómicas babilonias predijo un eclipse de sol en el año 585 a. C. Se dice de él que también superó la geometría de los egipcios por la razón muy importante que comprendió mejor que ellos la naturaleza de las demostraciones generales. No sólo sabía que el círculo es bisecado por el diámetro, sino que lo demostró. Su doble prestigio como filósofo y comerciante se reveló en el hecho de que, acusado de falta de sentido práctico, confundió a sus críticos haciendo una fortuna con el aceite de oliva.

La fama de Tales, sin embargo, no reside en sus conocimientos de geometría, ni en su capacidad para los negocios, sino en su visión más sensata del mundo. Los egipcios y los babilonios tuvieron viejas cosmogonías —parte de su tradición religiosa— que referían el origen del mundo. Como la tierra que ocupaban ambos países había sido ganada en denodada lucha contra la naturaleza desecando los pantanos ribereños, es muy natural que sus cosmogonías encerraran la idea de una desproporcionada existencia de agua; y que el principio de todas las cosas, como quiera que al hombre se vinculara, fue cuando algún ser divino pronunció: *Que aparezca la tierra seca*.

El nombre del creador babilonio fue Marduk. En una de sus leyendas se dice: «Todas las tierras eran mar… Marduk tejió una estera de juncos sobre la superficie de las aguas; hizo el polvo y lo acumuló sobre la estera».

Tales se limitó a dejar de lado a Marduk. Es verdad que también afirmó que al principio todo fue agua, pero pensó que la tierra y todo lo demás, por un proceso natural como la sedimentación del delta del Nilo, habíase formado del agua. Los griegos posteriores hicieron una descripción erudita de la novedad de esta concepción.

Llamaron a los antiguos jonios *hilozoístas*, es decir, los que piensan que la materia vive; o, lo que es lo mismo, que no creían que la vida —o alma— entrara en el mundo desde afuera, sino que lo que llamamos vida —o alma— o la causa del movimiento de las cosas era consustancial con la materia, y constituía su propia manifestación.

En el concepto general que Tales tenía de las cosas, la Tierra era un disco plano que flotaba en el agua; había aguas encima y a nuestro alrededor. (¿De dónde, si no,

vendría la lluvia?); el Sol, la Luna y las estrellas eran vapor en estado de incandescencia, y navegaban por el firmamento gaseoso encima de nosotros, para luego dar la vuelta por este mismo mar en que la Tierra flotaba hasta alcanzar su punto de partida en Levante.

Es un comienzo admirable, cuyo rasgo característico es el de reunir cierto número de observaciones en una concepción coherente, *sin admitir a Marduk*.

Esta especulación naturalista, una vez comenzada, hizo rápidos progresos, Anaximandro —segundo nombre de la filosofía europea y también natural de Mileto — logró una concepción del universo mucho más perfecta, fundada en mayor número de observaciones y más profunda meditación. Como en el caso de Tales, la observación y la meditación fueron originariamente dirigidas hacia las técnicas y los fenómenos de la Naturaleza, que se interpretaron a la luz de las ideas nacidas de ellos. He aquí su idea general de cómo las cosas habían llegado a ser lo que eran: en un tiempo, los cuatro elementos que forman el mundo estaban dispuestos en forma estratificada; la tierra, que es la más pesada, en el centro; el agua, cubriéndola; la niebla sobre el agua, y el fuego envolviéndolo todo. El fuego, al calentar el agua la evaporó, haciendo aparecer la tierra seca. Aumentó el volumen de la niebla; la presión creció hasta el límite. Las ardientes capas del universo estallaron y tomaron la forma de ruedas ígneas, que envueltas en tubos de niebla giraron en torno a la tierra y el mar. Éste es el modelo funcional del universo. Los cuerpos celestes que vemos son agujeros en los tubos, a través de los cuales brilla el fuego encerrado, y los eclipses son obturaciones parciales o totales de los agujeros.

Esta fascinante cosmología, si bien tiene reminiscencias de la alfarería, la herrería y la cocina, no deja en absoluto lugar para Marduk. Aun el hombre se explica sin su ayuda. Anaximandro pensaba que el pez, como forma de vida, precedió a los animales terrestres, y que por eso el hombre debió ser pez antes. Cuando apareció la tierra seca, algunos peces se adaptaron a la vida terrestre.

Este gran pensador realizó también notables progresos en lógica. Rebatió las ideas de Tales, de que todo fuera agua. ¿Por qué no tierra, niebla o fuego?, ya que éstos se transmutan entre sí. Es preferible decir que los cuatro son formas de una *sustancia indeterminada* común a todos ellos. También señaló la ingenuidad de suponer que la tierra se apoye en el agua. Y, entonces, ¿en qué se apoya el agua? Mejor es decir que el mundo está suspendido en el espacio, donde se sostiene «por su equidistancia a todas las cosas».

El tercer pensador, Anaxímenes —último de los de Mileto— se inclinó a considerar a la niebla como la forma original de las cosas. Esto parece un paso atrás, pero, en verdad, él tenía algo muy importante que decir. Sustentó la idea de que todo era niebla, pero más dura o más pesada a medida que se acumulaba en mayor cantidad en un espacio dado. A juzgar por su terminología, la idea le fue sugerida por el proceso de fabricación mediante presión del fieltro, y confirmada por la observación del proceso de evaporación y condensación de los líquidos.

Sus palabras claves son *rarefacción y condensación*. La niebla rarificada es el fuego. La niebla condensada se hace primero agua, y luego tierra. También pensó que la rarefacción iba acompañada de calor y la condensación de frío. Lo «demostró» con un experimento, que no debemos tomar al pie de la letra: abrid la boca y soplad sobre vuestras manos. El vapor «rarificado» sale caliente. Ahora juntad vuestros labios y emitid un chorro delgado de vapor «condensado»; observad qué frío es. Él no conocía la verdadera explicación de este fenómeno. ¿La conocéis vosotros?

Obsérvese, al seguir a estos pensadores, que su lógica, sus ideas y su capacidad de abstracción aumentan a medida que profundizan el problema. Cuando Tales redujo las múltiples apariencias de las cosas a un principio fundamental, esto constituyó una gran conquista del pensamiento humano. Otro gran paso lo dio Anaximandro al elegir como principio fundamental, no una forma visible de las cosas, como podía serlo el agua, sino un concepto: lo indeterminado.

Pero Anaxímenes no estaba satisfecho. Cuando Anaximandro trató de explicar cómo surgen de lo indeterminado cosas diferentes, dio una versión que no era más que una metáfora. Dijo que se trataba de un proceso de «diferenciación». Anaxímenes pensó que se necesitaba algo más y aportó las ideas complementarias de la rarefacción y la condensación para explicar cómo los cambios cuantitativos pueden determinar cambios cualitativos. Éste fue un nuevo progreso. Proporcionó una explicación posible del modo por el que una sustancia fundamental puede existir en cuatro estados diferentes. Pero algo faltaba todavía: una explicación de por qué las cosas no habían de permanecer como estaban, en lugar de verse sometidas a perpetuos cambios. Los pensadores de Mileto no supieron responder a esta pregunta, que llamó profundamente la atención de un pensador solitario de otra ciudad jónica: Heráclito de Éfeso.

La influencia de las técnicas

Así como Anaxímenes eligió a la niebla como principio fundamental, Heráclito eligió al fuego. Fue el filósofo del cambio. Su doctrina está condensada en la frase *todo fluye*. Tal vez su elección del fuego no obedeció a que éste sea el menos estable de los elementos, como suele decirse, sino a que es el agente activo que provoca los cambios en tantos procesos técnicos y naturales.

Fue más importante todavía su idea de la tensión, para explicar la relativa estabilidad y la fundamental inestabilidad de las cosas. Es una de las ideas más ricas y fecundas de los filósofos antiguos, no menos significativa si recordamos que también ella tuvo su origen en las técnicas de la época. La doctrina de la *tensión opuesta*, aplicada por Heráclito a la interpretación de la Naturaleza, derivóse (como él mismo dice) de la observación del estado de las cuerdas del arco y de la lira. Según Heráclito, hay en las cosas una fuerza que las impulsa a ascender hacia el fuego, y

una fuerza opuesta que las mueve a descender hacia la tierra. La existencia de materia en cada estado particular es la consecuencia del equilibrio de las fuerzas opuestas o sea de la tensión. Aun en las cosas más estables en apariencia, pugnan las fuerzas opuestas, y la estabilidad es sólo relativa. Toda fuerza está siempre dominando sobre otra. La Naturaleza en conjunto está o ascendiendo hacia el fuego o descendiendo hacia la tierra. Su existencia es un eterno oscilar entre esos dos extremos.

Es harto peligroso, al discutir a estos pensadores antiguos, tratar de encontrar en ellos significados de épocas más modernas. Siempre debe tenerse presente que nada conocían de cuanto la ciencia ha aportado al conocimiento, ni del perfeccionamiento de las ideas logrado a través de siglos de investigación filosófica.

Tal como en el mundo de la Naturaleza, en el mundo del pensamiento «todo fluye». Las mismas palabras con que expresamos las opiniones de Heráclito están cargadas de significaciones desconocidas para él. Supone un gran esfuerzo de imaginación e investigación histórica retroceder al modo de pensar de este gran filósofo cuando creía haber resuelto el enigma del universo diciendo que había en las cosas una tensión «como en el arco y en la lira». Si es peligroso exagerar su importancia, no lo es menos subestimar a estas filosofías antiguas. El juicio de Brunet y Mieli (*Histoire des Sciences. Antiquité*, pág. 114), todavía valioso por su evidencia, es digno de citarse. «Estos filósofos son, según la precisa calificación de la Antigüedad, *physiologoi*, es decir: observadores de la Naturaleza. Observan los fenómenos que se ofrecen a sus ojos y, dejando de lado toda intervención sobrenatural o mística, se esfuerzan por darles una explicación estrictamente natural. En este sentido y por su repugnancia respecto a toda intervención mágica, dan el paso decisivo hacia la ciencia y marcan el comienzo —por lo menos el comienzo consciente y sistemático— de un método positivo aplicado a la interpretación de los fenómenos de la Naturaleza».

Este juicio merece citarse, pero debe ser complementado. Los filósofos de Mileto no fueron meros observadores de la Naturaleza, sino observadores cuyos ojos habían sido educados, cuya atención había sido dirigida y cuya selección de esos fenómenos que había que observar, había sido condicionada por su familiaridad con cierto orden de técnicas. La novedad de su manera de pensar sólo se explica negativamente, por su desprecio de toda intervención sobrenatural o mística, pero lo fundamental en ella es su contenido positivo. Y ese contenido positivo fue extraído de las técnicas de la época.

CAPÍTULO III

PITÁGORAS

Los griegos posteriores reconocieron úna doble tradición en la historia de sus ideas sobre la naturaleza de las cosas: la puramente naturalista o materialista, o —como se la llama a menudo— la tradición atea de Jonia, y la tradición religiosa, que comienza con Pitágoras en la Magna Grecia, en Occidente.

Platón, en el décimo libro de sus *Leyes* resume las características de ambos sistemas de pensamiento. La opinión que nos da de los naturalistas jónicos dice así: Los cuatro elementos, tierra, aire, fuego y agua, existen todos natural y casualmente, y ninguno por designio o providencia. Los cuerpos que les han sucedido, el Sol, la Luna, la Tierra y las estrellas, se han originado en esos elementos totalmente inanimados, que se mueven por una fuerza inmanente, según ciertas afinidades mutuas. De esta manera fue creado el cielo todo y cuanto hay en él. También las plantas y los animales. Las estaciones también resultan de la acción de estos elementos, no de la acción de alguna mente, Dios o providencia, sino natural y casualmente. La intención nació después, independientemente de ellas: mortal y de nacimiento mortal. Las diversas artes, materializaciones de la intención, han surgido para cooperar con la naturaleza, dándonos artes como la medicina, la labranza y aun la legislación. Los mismos dioses no eran producto de la naturaleza, sino de la intención contenida en las leyes de los diferentes Estados donde se les adoraba. También la moral, como la religión, es producto de la intención humana. Los principios de justicia no existían en la naturaleza: eran simples convenciones. Resumiendo: los filósofos naturales sostenían que el fuego, el agua, la tierra y el aire eran los elementos primarios de todas las cosas; que ellos constituyen la Naturaleza, y que de ellos se originó posteriormente el alma.

Platón sugiere después las ideas principales de la tradición religiosa del pensamiento, que es la suya propia. De acuerdo con esta teoría, el alma es la primera de las cosas. Existió antes que todos los cuerpos, y es el factor principal de sus cambios y transposiciones. Las cosas del alma preceden a las del cuerpo; es decir, que el pensamiento, la atención, la mente, la intención y la ley son anteriores a las cualidades de la materia. El designio, la mente o la providencia fueron antes; después la naturaleza y sus obras. Lo que llamamos naturaleza está bajo el gobierno del designio o de la mente. Tal es la tradición que se supone comenzó con Pitágoras. De aquí en adelante debemos recordar esta doble tradición, que se encuentra a menudo en un mismo filósofo.

Pitágoras no sólo es el fundador de la tradición religiosa, sino también uno de los más ilustres hombres de ciencia de Grecia. Griego, jónico por su origen, probablemente (como también se dice de Tales), tenía sangre fenicia en sus venas.

Emigró a Occidente cuando el dominio persa se extendió hasta el Egeo, amenazando las libertades de los griegos asiáticos. Se estableció en Crotona, en la Italia meridional. Es el fundador de la cultura europea en la órbita del Mediterráneo occidental.

Pitágoras nació en la isla de Samos, que en aquel entonces, como la ciudad de Mileto, que vio nacer la ciencia griega, era una potencia comercial en creciente progreso. Polícrates, su dictador, había destruido el poder de la aristocracia terrateniente, y gobernaba la isla con el apoyo de los comerciantes. Para conveniencia de éstos, amplió y mejoró el puerto; al crecer la ciudad capital, hizo que se llevara a cabo una de las obras más sorprendentes de la ingeniería antigua. Hizo llamar un ingeniero de Megara, de nombre Eupalino, le ordenó excavar un túnel a través de la colina de Kastro, que sirviera como acueducto para abastecer a la ciudad.

Dicho túnel, que tiene más de 600 metros de longitud, fue comenzado simultáneamente por ambos extremos. Las excavaciones modernas revelan que cuando los dos equipos se encontraron a mitad de camino, la falta de coincidencia de las perforaciones era de poco más de medio metro.

El hecho está lleno de sugerencias y enseñanzas para la historia de la ciencia. Si sólo dependiéramos de las constancias escritas deberíamos esperar a que un escritor posterior, Herón de Alejandría, que vivió probablemente en el siglo II de la Era Cristiana, nos explicara con una construcción geométrica cómo realizar esa proeza. Pero la obra fue llevada a cabo, y con toda corrección, 600 años antes, por lo que podemos estar seguros de que el conocimiento matemático necesario existía ya entonces, aunque no tengamos testimonios escritos de ello.

Pitágoras tenía alrededor de 40 años cuando, hacia el año 530 a. C., la conquista persa de Jonia trastornó sus planes en Samos, y huyó a refugiarse en Crotona. Como ya sabría, sin duda, antes de tentar esta aventura, encontró una ciudad comercial semejante a la suya. Era un político activo, y es probable que allí se vinculara a la clase de los comerciantes, que ocupaba, como en todas partes, una posición intermedia entre la aristocracia terrateniente y los campesinos y obreros. Adquirió gran influencia y reformó la vida política y religiosa de su patria adoptiva. El profesor George Thomson, en su *Æschylus and Athens*, compara su posición con la de Calvino en Ginebra.

TRADICIÓN RELIGIOSA DE LA FILOSOFÍA GRIEGA

Sin embargo, como ya se ha dicho, Pitágoras no fue sólo un reformador religioso y político, sino también hombre de ciencia. Comprenderemos mejor su ciencia si tenemos presentes sus ideas religiosas y políticas, que estaban íntimamente ligadas. La comunidad pitagórica fue una hermandad religiosa dedicada a la práctica del ascetismo y al estudio de las matemáticas. Sus miembros debían hacer examen de

conciencia diariamente. Creían en la inmortalidad del alma y en su transmigración. El cuerpo mortal perecedero era la prisión o tumba que el alma habitaba temporalmente. Estas creencias eran compartidas por los devotos de las otras religiones de los misterios difundidas entonces en Grecia. El pitagorismo era una forma artificiosa de misterio religioso. La particularidad de este sistema fue encontrar en las matemáticas una clave para resolver el enigma del universo y un instrumento para la purificación del alma. Decía Plutarco, como buen pitagórico: «La función de la geometría es conducirnos de lo sensible y perecedero a lo inteligible y eterno, pues *la contemplación de lo eterno es el fin de la filosofía, como la contemplación de los misterios es el fin de la religión*». El paralelo es significativo. Los pitagóricos fueron los iniciadores de la actitud religiosa respecto a lo matemático. A decir verdad, no despreciaron —por lo menos en los primeros tiempos de la escuela— la aplicación práctica de las matemáticas. A la influencia pitagórica se debe la planificación sistemática de ciudades, comenzado en Grecia en este período; pero el incremento de la mística religiosa basada en las matemáticas debe también atribuirse a dicha escuela.

EL UNIVERSO MATEMÁTICO

Ésta hizo rápidamente grandes progresos en geometría y en la teoría de los números. Se acepta que a mediados del siglo V a. C. se había alcanzado la mayoría de las conclusiones que Euclides sistematizó en los libros I, II, VII y IX de sus *Elementos*. Es ésta una una conquista de primer orden. Pero si estudiamos sus conceptos matemáticos en las notables páginas de la famosa obra de Euclides, no dejaremos de advertir su otro aspecto: el fervor religioso con que sostiene sus ideas. Una cita de Filolao, un pitagórico del siglo V, nos ayudará a verlo.

Este autor dice: «Consideremos los efectos y la naturaleza del número conforme al poder que reside en la decena. Es grande, todopoderoso y autosuficiente, principio primero y guía de los dioses, del cielo y del hombre. Sin él todo es ilimitado, oscuro e inescrutable. La naturaleza del número ha de ser punto de referencia, guía y orientación de toda duda o dificultad. Si no fuera por el número y por su naturaleza, nada de cuanto existe podría ser comprendido por nadie, ni en sí mismo, ni con relación a otras cosas… Podemos observar el poder del número influyendo, no sólo en los asuntos de los demonios y de los dioses, sino en todos los actos y pensamientos del hombre, y en todos los oficios y en la música. Ni la armonía ni la naturaleza del número admiten falsedad alguna. La falsedad es incompatible con él. La falsedad y la envidia sólo son compatibles con lo ilimitado, lo ininteligible y lo irracional».

Este pasaje hace algo más que destacar el aspecto religioso de la matemática pitagórica. También señala la importancia de la matemática para las artes prácticas.

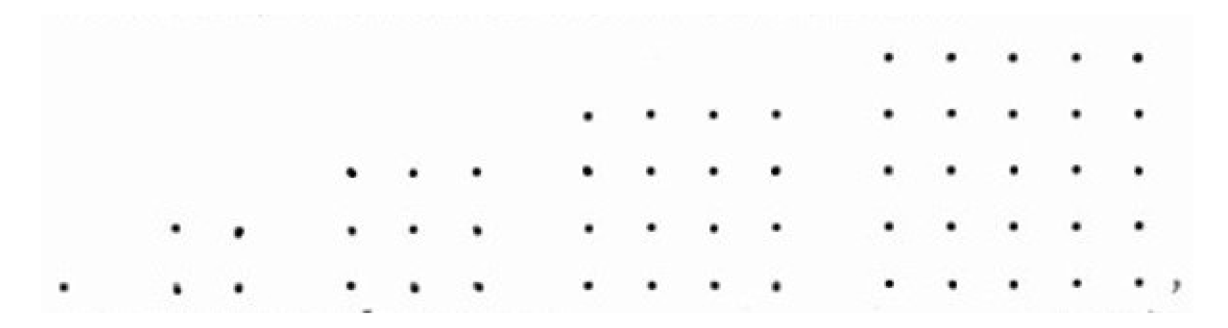
Ésta es una característica de los primeros tiempos de la filosofía griega, y en cierto modo persiste en la posterior. Como puede observarse en la cita con que comenzamos este capítulo, Platón asoció la filosofía jonia con una teoría definida de la naturaleza y la función social de las artes prácticas. Para los jonios primitivos no había diferencia esencial entre los procesos técnicos y los naturales. La hipótesis jonia de que la naturaleza era inteligible se fundaba en el concepto de que las artes prácticas eran esfuerzos inteligentes del hombre para cooperar con la naturaleza, para su propio bien. Los pitagóricos, promotores del gran sistema filosófico que seguiría después, aún compartían la misma concepción. Para ellos, el número no era sólo el principio primero de los cielos, sino que mostraba también su poder «en todos los oficios». La armonía originada por los números será siempre nuestro tema, sea cual fuere la parte de la filosofía pitagórica que examinemos. Aquí nos limitaremos a las dos ramas del conocimiento más poderosamente influidas por la teoría matemática de Pitágoras: la cosmología y la música.

La cosmología de los pitagóricos es muy curiosa e importante. No intentaban éstos, Como los jonios, describir el universo en términos de comportamiento de ciertos elementos materiales y procesos físicos, sino que lo describen exclusivamente en términos numéricos. Mucho después dijo Aristóteles que consideraban el número como origen y forma del universo. Los números constituían el verdadero elemento de que el mundo estaba hecho. Llamaban Uno al punto, Dos a la línea, Tres a la superficie y Cuatro al sólido, de acuerdo con el número mínimo de puntos necesarios para definir cada una de esas dimensiones. Pero sus puntos tenían tamaño; sus líneas, anchura, y sus superficies, profundidad. Los puntos se sumaban para formar las líneas; éstas, a su vez, para formar superficies, y éstas para los sólidos. A partir de sus Uno, Dos, Tres y Cuatro podían construir un mundo. No nos extrañe que Diez, la suma de estos números, tuviera un poder sagrado y omnipotente. Se infiere también que la teoría de los números, que tanto lograron perfeccionar, fue para ellos algo más que matemática: fue también física.

La identificación de los números con las cosas puede parecer sorprendente al estudiante. Lo intrigará menos si sigue el camino que llevó a Pitágoras a este concepto. Hemos hablado de su estudio acerca de la teoría del número. En este estudio, el método consistía en emplear lo que llamaban números figurados.

Representaban así los números triangulares:

y así sucesivamente; así los números cuadrados:



y así sucesivamente; y de esta manera los números pentagonales:



y así sucesivamente.

Esta nueva técnica de analizar las propiedades de los números fue lo que hizo posible su identificación con las cosas, determinando, como veremos luego, las características de su sistema cosmológico.

Esta filosofía matemática apareció rivalizando con la filosofía natural de los jonios. Resulta evidente que como teoría del universo contiene menos de intuición sensible y más de pensamiento abstracto que la concepción jónica. Las relaciones matemáticas pasan a ocupar el lugar de los procesos o estados físicos como la rarefacción y la condensación, o la tensión. El universo, según sostenían los pitagóricos, podría comprenderse mejor y más rápidamente dibujando diagonales en la arena, que pensando en fenómenos tales como la formación de las playas, la sedimentación en la desembocadura de los ríos, la evaporación, la elaboración del fieltro, etcétera, y en esto está el peligro. Esta interpretación matemática se ajustaba a los principios religiosos y sociales de la escuela. Las matemáticas no sólo parecían haber explicado las cosas mejor que la concepción jónica, sino que también contribuían a mantener el alma de los adeptos libre de contactos con lo terreno y material, y se adaptaban al temperamento cambiante de un pueblo en el que el desprecio por el trabajo manual se hermanaba con el incremento de la esclavitud. En una sociedad en la que todo contacto con los procesos técnicos de la producción era tanto más vergonzante cuanto que era propia sólo de esclavos, se consideraba deseable el hecho que la constitución secreta de las cosas no se revelara a aquellos que las manipulaban, ni a los que trabajaban con el fuego, sino a los que hacían

figuras en la arena. Para Heráclito —que asistió al fin de una escuela de pensamiento en que la técnica industrial había desempeñado un papel significativo, proporcionando las ideas que servían para explicar a la naturaleza— nada más natural que considerar al fuego, principal agente en la manipulación técnica de las cosas materiales, como el elemento fundamental. La sustitución del fuego por el número, como principio fundamental, marca una etapa en la separación de la filosofía de la técnica de la producción. Esta separación es de importancia fundamental en la interpretación de la historia del pensamiento griego. La asociación de la fragua, la soldadura, el fuelle y el torno del alfarero pierde influencia sobre el pensamiento griego en relación con el desarrollo —más aristocrático— de la teoría de los números y la geometría.

Habiendo construido la materia a partir de números, los pitagóricos procedieron luego a ordenar los principales elementos del universo según un plan que contenía poca observación de la naturaleza y mucho razonamiento matemático apriorístico. Al vincular los valores morales y estéticos con las relaciones matemáticas, y al sostener la naturaleza divina de los cuerpos celestes, no les era difícil decidir que éstos eran esferas perfectas y que describían órbitas perfectamente circulares, teniendo aquí la palabra *perfecto* significación moral y matemática. No probaron que los cuerpos celestes fueran esferas perfectas, ni que describieran circunferencias perfectas; no obstante, el hecho de que los pitagóricos realizaran grandes progresos en matemática y aplicaran su nueva técnica a la astronomía les adjudica la primicia en este terreno. Su concepción del universo tiene trascendencia histórica. El fuego ocupaba la parte central; alrededor de él giraban la Tierra, la Luna, el Sol, los cinco planetas y el cielo de las estrellas fijas. Suponían que la distancia de los cuerpos celestes al fuego central correspondía a los intervalos de las notas de la escala musical. Esto proporcionó el plan básico para las investigaciones posteriores. Se terminaron los tubos de fuego de Anaximandro, que pueden parecemos primitivos en algún aspecto, pero que constituían un esfuerzo por brindar un modelo mecánico del universo y fueron reemplazados por una astronomía enteramente geométrica, que aspiraba a determinar la posición de los cuerpos celestes considerados divinos. Amplios progresos logrados en la comprensión de las dimensiones relativas, distancia y posición de los cuerpos celestes —resultado de la aplicación de una nueva técnica a unas pocas observaciones — transformarían, a través de los siglos, el simple plan pitagórico en el complicado sistema de Tolomeo, que no será discutido seriamente hasta el siglo XVI de nuestra era. De aquí en adelante, los cuerpos celestes divinizados, y por ende inmortales, dejan de tener historia. Son eliminados —no sin dificultad— de la esfera de la filosofía natural e incorporados a la teología.

La contribución de los pitagóricos a la música o, para ser más precisos, a la acústica, es aún más interesante que la cosmología. ¿Cómo descubrieron los intervalos fijos de la escala musical? Es razonable suponer que este descubrimiento es uno de los primeros triunfos del método de la observación y la experimentación.

Existe una versión de un escritor posterior, Boecio, que vivió en el siglo VI de la era cristiana; puesto que es una historia de aquéllas que la Antigüedad tendía más a olvidar que a inventar, estoy de acuerdo con Brunet y Mieli, en que es probablemente cierta. He aquí el relato de Boecio ligeramente resumido:

Pitágoras, obsesionado por el problema de explicarse matemáticamente los intervalos fijos de la escala, acertó a pasar, por la gracia de Dios, frente a una herrería; le llamó la atención la musicalidad de los golpes de los martillos sobre el yunque. Fue irresistible la oportunidad que se le ofrecía de analizar el problema en otras condiciones. Entró y observó largamente. Pensó que las diferentes notas fueran proporcionales a las fuerzas de los hombres. «¿No querrían intercambiar los martillos?». Se evidenció el error de su idea primera, pues el resultado fue el mismo. La explicación debía de estar en los martillos, no en los hombres.

Se utilizaban cinco martillos, «¿se le permitiría pesarlos?». ¡Oh! ¡Milagro de los milagros! El peso de cuatro de ellos estaba en la proporción de 12, 9, 8 y 6. El quinto, cuyo peso no correspondía a relación numérica alguna con el resto, era el que echaba a perder la perfección del repiqueteo. Fue retirado, y Pitágoras volvió a escuchar. En efecto, el mayor de los martillos, cuyo peso era doble del más pequeño, daba la octava más baja. La doctrina de la media aritmética y armónica (12-9-6 y 12-8-6) le dio la clave del hecho de que los otros dos martillos dieran las otras notas fijas de la escala. Dios quiso, seguramente, que pasara frente a la herrería. Fue corriendo a casa a continuar sus experimentos, ahora en condiciones que podríamos llamar de laboratorio.

¿Era la relación matemática observada la única razón de la armonía entre aquellas notas? Pitágoras ensayó otro medio: hizo vibrar cuerdas. Descubrió que la nota emitida estaba relacionada con la longitud. Pero ¿qué tendrían que ver la tensión y el grosor de las cuerdas? También experimentó estos dos puntos. Finalmente, volviendo a la relación de longitudes, ensayó otra vez con flautas de caña de dimensiones adecuadas. Entonces se convenció.

Ésta es la tradición que nos ha legado Boecio.

Hay en ella algo de confuso. La experiencia de los martillos no pudo dar el resultado que se le atribuye. Si hubiese hecho experimentos con la tensión, los resultados le habrían sorprendido. El número de vibraciones de una cuerda tensa no es proporcional al peso que la estira, sino a la raíz cuadrada del peso. Nos faltan evidencias de que Pitágoras o cualquier otro de sus contemporáneos supiera esto. Sin embargo, estos experimentos son de significado crucial en la historia de la ciencia.

Se admite que los griegos nunca practicaron la experimentación con la profundidad y sistematización que caracterizan a la de nuestro tiempo. Eso no significa que no la practicaran. Brunet y Mieli afirman con razón que estos experimentos «constituyen una refutación categórica a la creencia sustentada por muchos, de que los griegos ignoraban la ciencia experimental. Importa destacar —agregan— que la tradición atribuye el descubrimiento al mismo Pitágoras, y en este

caso la atribución resulta enteramente aceptable. El desarrollo de los métodos experimentales aplicados a la acústica y a otras partes de la física es uno de los títulos de gloria más legítimos de la escuela de los pitagóricos» (*Obra cit*., pág. 121).

Queda por agregar algo acerca de la crisis que soportó la concepción geométrica que del mundo tenían los pitagóricos al promediar el siglo V. Éstos, como se ha dicho, construyeron el mundo a partir de puntos con magnitud. Sería imposible decir el número de puntos que había en una línea determinada, pero, teóricamente, éste debía ser finito. Luego, por el progreso de su propia ciencia matemática, su fundamentación del universo fue barrida repentinamente. Se descubrió que la diagonal y el lado del cuadrado eran inconmensurables. √2 es un número «irracional». Ellos crearon el término que nos señala la sorpresa de quienes, sosteniendo que el número y la razón son una misma cosa, no podían expresar √2 con número alguno. La confusión fue grande. Si la diagonal y el lado de un cuadrado eran inconmensurables, se deduce que las líneas son infinitamente divisibles. Si las líneas son infinitamente divisibles, los pequeños puntos que sirvieron a los pitagóricos para construir el universo, no existen, o, si existen, deben ser descritos de otro modo, y no en términos meramente matemáticos.

El siglo V a. C. fue también testigo de la crisis de la física.

CAPÍTULO IV

PARMÉNIDES Y EL ATAQUE A LA CIENCIA POR OBSERVACIÓN

La filosofía natural de los jonios, en su simplicidad, comprende dos elementos: uno de observación y otro de pensamiento. Para explicar los fenómenos sensoriales tuvieron que crear un sistema de ideas abstractas. Es verdad que tierra y agua podían ser los nombres de cosas visibles y palpables, pero esos mismos términos encierran los significados más generales de sólido y líquido; es decir, tendían a constituirse en términos abstractos. Aún más netamente abstractas son las ideas de lo indeterminado, o de la condensación y rarefacción, o de la tensión. Los términos pueden ser tomados de la vida diaria, pero tal como son usados por el filósofo se convierten en nombres de conceptos, inventados para expresar percepciones. Aparece la diferenciación entre la mente y los sentidos. El primero en expresar la conciencia de esta diferenciación fue el profundo Heráclito. «Los ojos y oídos son malos testigos para el hombre —dijo — si la mente no puede interpretar lo que dicen». Luego, consciente de la novedad y dificultad de esta distinción, observa: «De todos aquellos cuyos discursos he escuchado, no hay uno que comprenda que la sabiduría es independiente de toda otra cosa».

Aclarada la distinción, la controversia giró alrededor de cuál de las dos —razón o sensibilidad— sería el verdadero medio de aproximarse a la comprensión de la Naturaleza. Los pitagóricos influyeron de manera importante en la solución de este problema. Un contemporáneo de Pitágoras, más joven que él y miembro de su escuela, Alcmeón de Crotona, en un esfuerzo por exponer las bases físicas de la experiencia sensible, echó los fundamentos de la fisiología experimental y de la psicología empírica. Disecó y viviseccionó animales. Descubrió, entre otras cosas, el nervio óptico, y llegó a la correcta conclusión de que el cerebro es el órgano central de la sensación. Merece citarse su descripción de la lengua como órgano del gusto: «Es con la lengua con lo que discernimos los sabores, pues, por estar caliente y ser blanda, disuelve las partículas sápidas con su calor, mientras que la porosidad y delicadeza de su estructura las admite en su seno y las transmite al sensorio».

Estas sorprendentes observaciones, que forman parte de una exposición general de la fisiología de la sensación, son una prueba tanto de sus dotes de observador como de las investigaciones sistemáticas realizadas en la escuela pitagórica.

Las conquistas de los investigadores pitagóricos fueron pronto objeto de críticas por parte de los filósofos que creían que la verdad debía buscarse por la razón pura, excluyendo toda evidencia sensorial. También esta crítica ocupa su lugar en la historia de la ciencia. El ataque a los sentidos fue iniciado por el fundador de otra escuela italiana, Parménides de Elea, segundo de los filósofos religiosos de Grecia. Es autor de un poema en dos libros llamados, respectivamente, *El camino de la*

verdad y *El camino de la opinión*. En el primero propone una concepción de la naturaleza de la realidad, basada en el uso exclusivo de la razón; en el segundo es probable que enunciara y rechazara el sistema pitagórico, que, para su gusto, contiene demasiadas observaciones. Se conservan fragmentos considerables de su obra. En cierto pasaje hay un ataque, demoledor y directo, contra el experimentalismo: «Aleja tu mente de esa senda de la investigación: ¡que el hábito, inculcado por múltiples experiencias, no te arrastre por esa senda a ser instrumento de tus ciegos ojos, de tus oídos resonadores y de tu lengua! Juzga por la razón mi aporte al gran debate».

¿En qué pensaba Parménides al hablar así contra la aplicación de los ojos, el oído o la lengua? Muchos comentaristas opinan que dirigía una advertencia general a la humanidad, previniéndola de la falacia de los sentidos; pero sus palabras desmienten esta interpretación. Ataca únicamente a este método de investigación. No es difícil descubrir qué actividades coetáneas con él denuncia. Las actividades astronómicas de la escuela jónica se realizaban en esta época en un observatorio de la isla de Tenedos. Esto constituye un ejemplo sobresaliente del uso del «ojo ciego» en la interpretación del universo. El «oído resonador» alude a los experimentos acústicos de los pitagóricos. Y la lengua, sin duda, no ha de ser interpretada, como han hecho otros tantos comentaristas, como el órgano de la palabra, sino como el órgano del gusto, tan agudamente descrito por Alcmeón. Los médicos hipocráticos, cuya contribución a la ciencia analizaremos en el próximo capítulo, solían probar el agua de las localidades en que se establecían, como asimismo los humores y excrementos del cuerpo humano. Contra estas prácticas de la ciencia por observación, aplicada en diferentes terrenos, fue contra las que Parménides dirigió sus ataques. Si Parménides atacó tan duramente a los hombres de ciencia, ¿de qué opinión positiva era campeón? Tal como su contemporáneo Heráclito de Éfeso, en el otro extremo del mundo de habla griega, estaba preocupado con el problema de la razón y los sentidos, y pensaba que se debe seguir solamente a la primera. Su razón, sin embargo, lo condujo a una conclusión diametralmente opuesta a la de Heráclito. Éste dijo: «todo fluye», y Parménides: «nada cambia»; Heráclito dijo: «La sabiduría es la comprensión del funcionamiento del universo»; Parménides dijo que el universo no funciona, sino que permanece absolutamente inmóvil. Para él, el cambio, el movimiento y la variación eran sólo ilusiones de los sentidos.

Tenía para esto argumentos, pero no pruebas. Partió de dos ideas generales y contradictorias. Ser y No-Ser, «lo que es» y «lo que no es»; entre ambas agotó el universo del discurso. Enunció dos proposiciones simples: «lo que es» es, y «lo que no es» no es. Si se consideran seriamente estas proposiciones es imposible introducir el cambio, el movimiento o la variación en el universo. El Ser puede experimentar cambios de cualquier clase, por la sola admisión del No-Ser; pero el No-Ser no existe. En consecuencia, nada existe sino la plenitud absoluta del Ser. La idea de Anaxímenes de que el principio fundamental puede transformarse de tierra en agua, o de agua en niebla, por contener menos sustancia en un espacio dado, sólo puede

significar que se ha diluido —podríamos decir— en espacio vacío, en nada, en «lo que no es», en lo que no existe. Satisfecho con este razonamiento, Parménides sostuvo que la realidad era una esfera sólida increada, eterna, inmóvil, inmutable y uniforme. Nada hay de malo en este argumento, excepto que desprecia toda experiencia. Es un modo de concebir las cosas continuamente refutado por el verdadero contacto con ellas. Por eso previene contra la confianza en el oído, el ojo o la lengua. En Parménides, el pensamiento discrepa con la acción y con la vida.

¿Cuál es el significado de esta extraña filosofía de Parménides? ¿Qué significa el hecho de que el hombre, orgulloso de la posesión de una actividad recién definida —la razón—, se aventure con ayuda de ella a negar la realidad del múltiple mundo de los sentidos? Debemos comprender la posición de Parménides en su doble aspecto: como protesta y como afirmación. Por un lado, protesta contra las consecuencias ateístas de la filosofía jónica que elimina de la naturaleza a lo divino; por el otro, afirma la primacía de una nueva técnica que se advierte ahora por primera vez: la técnica del argumento lógico. Parménides se apoyó en el principio lógico de la contradicción. No podía admitir que una cosa pudiera a la vez ser y no ser; sin embargo, esta admisión es necesaria si hemos de tener en cuenta los cambios. Para él, hombre preocupado por concepciones religiosas (históricamente puede considerársele como reformador de la teología pitagórica), nada significaba deshacerse de *los cambios*. En realidad, se alegraba de hacerlo. Desde el punto de vista de la escuela jónica antigua, cuyas formas de pensamiento filosófico habían surgido en estrecha relación con los procesos activos de modificar a la naturaleza, como lo fueron las técnicas, era imposible dejar de lado los cambios. No podía admitir que la filosofía condenara y despreciara la vida. La controversia se hizo más profunda que las palabras. El eleatismo señala un paso más en él camino por el que la filosofía se separa de sus raíces de la vida práctica.

Su recuperación por Empédocles y Anaxágoras

El gran pensador que lo sucedió entre los griegos occidentales, Empédocles de Agrigento (Sicilia), no encontró de su gusto la paralizadora filosofía de Parménides. También expresó sus puntos de vista en forma de versos. En algunos de sus poemas existentes encontramos la réplica al ataque que Parménides hizo a los sentidos. Es cierto que reconoció la falibilidad de los sentidos, pero defendió el uso crítico de la evidencia que suministran. «Considerad con todos vuestros sentidos cada cosa en su aspecto más claro. No sostengáis lo que veáis con mayor confianza que lo que oigáis, ni valoréis vuestros resonantes oídos más que la clara instrucción de vuestra lengua; y no depositéis vuestra confianza en ninguna otra parte del cuerpo donde haya una entrada para el entendimiento; consideradlo todo como os sea más claro».

Empédocles sostuvo la jerarquía de los sentidos, pues, como los antiguos jonios,

dedujo de las técnicas las ideas con que quiso explicar los procesos de la naturaleza. Menciona como fuentes de sus ideas a la mezcla de colores para pintar y la fabricación del pan y la honda. También, como Pitágoras y Alcmeón, fue experimentador. Su gran contribución al conocimiento fue su demostración experimental de la corporeidad del aire invisible. Hasta entonces nadie lo había diferenciado del espacio vacío. Las cuatro formas de la materia admitidas no habían sido la tierra, el *aire*, el fuego y el agua; sino la tierra, la *niebla*, el fuego y el agua. Empédocles acertó con una demostración experimental de la naturaleza corpórea del aire que respiramos. Los griegos tenían un utensilio doméstico llamado *clepsidra* («ladrón-de-agua») que consistía esencialmente en un tubo con un filtro en su extremo inferior y terminado en su parte superior por un cono con un pequeño orificio que podía taparse con el dedo. Servía para trasladar pequeñas cantidades de líquido de una vasija a otra. Empédocles, en su poema, describe una muchacha jugando con la *clepsidra*. Cuando tapa con el dedo el orificio de la *clepsidra* vacía, el aire de su interior impide la entrada de líquido por el filtro. Recíprocamente, si llena la *clepsidra* y tapa luego el agujero, la muchacha puede darle la vuelta sin que el líquido se derrame. Empédocles ve en el comportamiento de la *clepsidra* una clave del mecanismo de la respiración. Desconoce la circulación de la sangre, pero piensa que oscila en el cuerpo como una marea. Cuando la marea sube se fuerza al aire del cuerpo a salir, a través de finos orificios, por la parte posterior de la nariz; cuando baja, el aire entra otra vez. Explicó la respiración de forma errónea, sin embargo demostró incidentalmente el hecho de que el aire invisible ocupa espacio y ejerce presión. Cualquier recipiente popularmente calificado como vacío estaba, de hecho, lleno de una sustancia invisible.[1]

Tanto el método como la conclusión son memorables. Lo dicho ilustra más aún el hecho de que los griegos, a pesar de no disponer de nada semejante a las técnicas modernas con qué indagar a la naturaleza mediante un sistema de experimentación con instrumentos adecuados, no carecían de práctica en la investigación experimental. Tal como en el caso señalado —el de la prueba de la corporeidad del aire—, parece no haberse advertido su significado para todo el futuro de la teoría griega sobre la constitución de la materia y el grado de validez del testimonio de los sentidos. Se demostraba experimentalmente que la materia podía existir en forma demasiado sutil para ser captada por la vista, y ejercer, sin embargo, en esa forma, considerable poder. La cosa no paró ahí. Empédocles no sólo había demostrado la naturaleza corpórea del aire, sino también cómo podemos superar las limitaciones de nuestra sensibilidad, y descubrir, por procesos de inferencia basados en la observación, verdades no aprehensibles directamente. Con la aplicación cautelosa y crítica de los sentidos, conquistó, en nombre de la ciencia, un mundo que estaba fuera del alcance de las percepciones del hombre normal. Reveló la existencia de un mundo físico imperceptible, examinando sus efectos sobre el mundo de lo perceptible.

Fue decisiva la importancia de este paso hacia la teoría atómica; para los

atomistas, si nos anticipamos a describir su sistema, era esencial demostrar que «la Naturaleza opera con cuerpos invisibles». La fuerza que era capaz de ejercer el aire invisible era la prueba más convincente de la verdad de esta proposición. En el primer libro de *De rerum natura*, Lucrecio reúne las pruebas tradicionales de la acción de la naturaleza por medio de cuerpos invisibles. Hace una lista de cuerpos que son cosas y que, sin embargo, no pueden verse. El más importante de éstos es el aire. «Ante todo —escribe—, cuando se levanta el viento, su fuerza sacude los puertos, hunde naves enormes y desperdiga a las nubes; a veces barre la llanura con rápidos torbellinos, derriba árboles inmensos y azota con ráfagas arrolladoras la cumbre de las montañas. El viento brama fieramente con estremecedores aullidos y se enfurece con rugidos amenazantes. *Es evidente que los vientos son cuerpos invisibles…*, pues en sus efectos rivalizan con los grandes ríos, que son cuerpos visibles».

Nada hay tan importante en Empédocles como su defensa del método de observación y sus famosos experimentos. En cosmología fue ecléctico. Adoptó como primeros principios los cuatro estados de la materia aceptados por sus predecesores, sustituyendo, naturalmente, la niebla por el aire. Llamó a la tierra, aire, fuego y agua, la *raíz* de todas las cosas. En sustitución de la tensión, de Heráclito, sostuvo que dos fuerzas, el amor y el odio, provocan el movimiento de las cosas. El amor que tiende a mezclar en uno a los cuatro elementos, y el odio que tiende a separarlos. Bajo la acción de estas fuerzas, la naturaleza cumple un ciclo semejante al imaginado por Heráclito.

Unió a estas ideas cosmológicas una teoría de la percepción sensorial, demostrando que la verdadera naturaleza del problema no había sido captada. Pensó que, como los hombres están compuestos por los mismos elementos que el resto de la naturaleza, la percepción sensorial podía explicarse por la mezcla de dichos elementos. El fuego se reconoce en el fuego; el agua, en el agua, y así sucesivamente. En cambio, la percepción es algo diferente de una mezcla física de substancias. Cuando la sal se disuelve en el agua, el proceso no se acompaña de conciencia, según lo que hasta hoy sabemos. Es la conciencia la que necesita ser explicada. Las especulaciones biológicas de Empédocles son más interesantes. Pensó que la tierra, en sus primeros tiempos, había producido mucha mayor variedad de cosas vivas, pero que «muchas especies de cosas vivas han debido ser incapaces de subsistir y continuar su raza. Cada una de las especies existentes ha estado protegida desde el comienzo de su existencia por la destreza, el valor o la agilidad que las preservaba». He aquí un esbozo preciso de la doctrina de la supervivencia del más apto. Es también notable la insinuación de que la tierra habría tenido alguna vez un poder que ya no tiene.

Al elegir cuatro primeros principios, Empédocles esperaba, sin duda, confundir la lógica de Parménides. Introduciendo la pluralidad entre los principios fundamentales, aspiraba a conservar la posibilidad del cambio y del movimiento. En esto no afrontaba lealmente la lógica del gran monista, pero por lo menos demuestra su

determinación de eludir aquellas consecuencias.

Determinación semejante mostró Anaxágoras, de Clazómenes, filósofo de la escuela jónica residente en Atenas desde el 480 aproximadamente hasta su expulsión en el 450 a. C. Hizo cuanto estuvo a su alcance para aproximarse al pluralismo. Según él, el principio fundamental que llamó «simientes» es infinito en número y variedad, y cada una de ellas contiene algo de todas las cualidades de las que nuestros sentidos nos informan. Llegó a esta concepción por sus meditaciones en fisiología. ¿Cómo, por ejemplo, el pan que comemos se convierte en hueso, carne, sangre, tendones, piel, cabellos y en todo lo demás si las partículas de trigo no contienen en forma oculta toda la variedad de cualidades que luego se manifiestan en los diversos componentes del cuerpo? La digestión debe ser una liberación de los elementos allí contenidos.

Estas consideraciones de Anaxágoras, deducidas de observaciones fisiológicas, revelan una conciencia creciente de la complejidad del problema de la constitución de la materia. También encaró el mismo problema desde el punto de vista físico. Aristóteles (*Física*, IV, 6, 213a) nos dice que Anaxágoras repitió el experimento de Empédocles con la *clepsidra* y que demostró además la resistencia del aire empleando vejigas y esforzándose por comprimirlas. También tomó parte en la discusión de la validez de la evidencia sensible. Es innegable que consideraba a la evidencia sensible como indispensable para la investigación de la naturaleza, pero, como Empédocles, se limitó a sostener que existían procesos físicos demasiado sutiles para ser percibidos directamente por nuestros sentidos. Concibió una demostración experimental de este hecho: tomó dos vasijas; una que contenía un líquido blanco y otra que contenía un líquido negro. Hizo gotear el contenido de la una dentro de la otra. Físicamente, a cada gota debía corresponder un cambio de color; sin embargo, el ojo es incapaz de notar ese cambio hasta que han caído muchas gotas. Es difícil imaginar una demostración más perfecta de los límites de la percepción sensible. Más adelante tendremos oportunidad de hablar de la reacción del pueblo ateniense ante la presencia de un filósofo jonio en su seno. No era Anaxágoras de los que estaban dispuestos a dejar la astronomía al criterio de los teólogos. En esto seguía a los antiguos jonios, y su temeridad le acarreó dificultades.

LOS ÁTOMOS DE DEMÓCRITO

Refiriéndonos a las especulaciones que se hacían en el siglo V a. C. sobre la estructura de la materia y el mecanismo del universo, sólo nos falta hablar de la teoría atómica de Demócrito. Esta teoría ha sido recientemente recuperada, y el grado de similitud entre las teorías de Demócrito y de Dalton nos permite calificar a la concepción antigua de anticipación maravillosa de las conclusiones de la ciencia experimental posterior. Esto es cierto; no obstante, es fácil confundir la relación entre

el atomismo antiguo y el moderno. Cornford (*Before and after Socrates*, pág. 25), escribe: «El atomismo fue una hipótesis brillante; recuperada, por la ciencia moderna, nos ha conducido a los descubrimientos más importantes en química y física». Esto constituye una tergiversación de los hechos; se debió decir: «El atomismo fue una hipótesis brillante; los importantes descubrimientos de la química moderna la hicieron resurgir». En la larga serie de investigaciones que llevaron a Dalton a enunciar su teoría atómica en la primera década del siglo XIX, las especulaciones de Demócrito no juegan papel alguno. La verdadera gloria del atomismo de Demócrito es la de haber respondido mejor que cualquier otra teoría corriente a los problemas de su época. Culmina así, dentro de la Antigüedad, el movimiento racionalista comenzado por Tales de interpretación de la naturaleza del universo. Su base material la constituyen las observaciones de los procesos naturales y técnicos, directamente por los sentidos, sumadas a las pocas demostraciones experimentales del tipo descrito. Su valor teórico es el haber dado a estas conclusiones una mayor coherencia lógica, jamás alcanzada en ningún otro sistema antiguo. No se sintió la necesidad de renovar por completo el antiguo sistema de pensamiento hasta que el progreso técnico puso en manos del hombre instrumentos de investigación que extendieron enormemente el alcance y la precisión de sus percepciones sensoriales. La ciencia antigua estableció claramente el hecho de que la Naturaleza actúa por medio de cuerpos invisibles. La ciencia moderna ha concebido, paso a paso, mejores métodos para ver lo invisible.

El atomismo de los antiguos afirmaba que el universo estaba constituido por dos cosas: los átomos y el vacío. El vacío era infinito en extensión; los átomos, infinitos en número. En esencia, éstos eran semejantes, pero diferían en tamaño, forma, disposición y situación. Los átomos, como el Uno de Parménides, eran increados y eternos, sólidos y uniformemente constituidos, e incapaces de cambiar por sí mismos; pero estando en continuo movimiento en el vacío, combinándose y disolviéndose, forjan el espectáculo de nuestro cambiante mundo. De esta manera se proporcionaba un elemento eternamente inmutable para satisfacer a Parménides y un elemento eternamente cambiante para satisfacer a Heráclito. El mundo del Ser fundamentaba el mundo del Devenir. El logro de esta conciliación supone una audaz revisión de la lógica de Parménides a la luz de la experiencia. La existencia del vacío ha de ser admitida juntamente con la existencia de la materia. La experiencia de la realidad del cambio obliga a afirmar que «lo que no es» existe con igual certidumbre que «lo que es». La materia, o el átomo, fue definida como algo absolutamente *lleno*; el vacío como algo enteramente *huero*. El átomo era totalmente impenetrable; el vacío era completamente penetrable.

Una originalidad del atomismo consistió en sostener la existencia del vacío; otra lo fue el concepto del átomo mismo. Recordemos que los pitagóricos intentaron construir el universo a partir de puntos que tuvieran volumen, y cuando descubrieron que el espacio era infinitamente divisible ya no pudieron dar una definición precisa

del punto con volumen. Para los matemáticos, el punto señalaba simplemente una posición, pero no ocupaba espacio. Con esos puntos nada podría construirse. Demócrito definió la unidad con la cual el universo está construido, en términos físicos, y no matemáticos. Por tener volumen, sus átomos eran espacialmente divisibles, pero físicamente indivisibles. El concepto de la impenetrabilidad, derivado del Uno de Parménides, era la cualidad esencial del átomo. Así, Demócrito proporciona a los pitagóricos el pequeño ladrillo con que construir su mundo matemático. La teoría atómica también resolvió el problema de Anaxágoras, en la medida en que es posible hablar de una solución en la Antigüedad, cuando las teorías de la constitución de la materia podían ser más o menos lógicas, pero no susceptibles de probarse. Con la hipótesis del átomo, el problema de la digestión y asimilación de los alimentos fue fácilmente resuelto. No hubo ninguna dificultad en suponer que una nueva estructuración de los átomos pueda transformar el pan en carne y sangre, de igual manera que la disposición de las letras del alfabeto podía transformar una tragedia en una comedia. Esta comparación es antigua. Con analogías semejantes suplían los antiguos la insuficiencia inevitable de sus comprobaciones.

Demócrito realizó una contribución importante al problema de la percepción sensorial. Según él, toda cosa perceptible es un agrupamiento de átomos que sólo difieren en tamaño y forma. Las cualidades que atribuimos a este agrupamiento de átomos —colores, sabores, ruidos, olores y propiedades táctiles— no son cualidades intrínsecas de los cuerpos, sino efecto de los cuerpos sobre nuestros sentidos. Galileo, en su día, no pudo hacer más que repetir esta brillante sugestión. Debemos agregar a todos estos méritos de su sistema su excelente capacidad de generalización. Su cosmología siguió el esquema jónico general; por eso no nos detendremos, pero los grandes principios sobre los que descansa su concepción fueron enunciados con una nueva claridad. «Nada es creado de la nada». «Necesariamente, todas las cosas que fueron, son y serán, fueron predeterminadas». En estos términos anuncia por vez primera las doctrinas de la conservación de la materia y el imperio de la ley universal. La desaparición de su libro es probablemente la pérdida más importante que hemos sufrido con la destrucción casi total de las obras de los filósofos científicos presocráticos.

CAPÍTULO V

LA MEDICINA HIPOCRÁTICA

En el último capítulo hemos hablado de la destrucción casi total da las obras científicas de los griegos anteriores a Sócrates. Debe exceptuarse solamente una rama de la ciencia antigua. Tenemos la fortuna de disponer de una colección de escritos médicos, el más antiguo de los cuales es del comienzo del siglo V. Varias escuelas diferentes están representadas en esta colección, la que, sin embargo, ha llegado hasta nosotros bajo el nombre de una de ellas: la hipocrática.

Es posible que esta colección constituyera originariamente la biblioteca de la escuela hipocrática, en la isla de Cos. Debe su conservación a la famosa biblioteca de Alejandría, fundada en el siglo III, donde los manuscritos fueron copiados, corregidos y guardados. Allí fue ordenada la colección en la forma que la conocemos. Su feliz conservación nos permite formarnos una idea del progreso de la ciencia médica en el mundo griego, durante los dos siglos precedentes. No todas las obras que la componen son de igual valor, pero las mejores poseen una delicada mezcla de ciencia y humanismo, en tanto que dos o tres pueden encontrarse entre las más grandes realizaciones de la cultura griega.

EL COCINERO Y EL MÉDICO

Los historiadores sostienen en general que las fuentes originales de la medicina griega son tres. El ritual del antiguo templo de Esculapio, dios de la medicina; los conocimientos de fisiología de los filósofos, y la práctica de los instructores de gimnasia. Es posible que la primera de estas fuentes deba ser desechada. Dice Withington que «las artes no se aprenden en el templo observando las intervenciones sobrenaturales, reales o supuestas, sino como nos lo dicen los autores hipocráticos, por la experiencia y la aplicación del razonamiento a la naturaleza de los hombres y de las cosas».[1]

El autor comparte la opinión de Withington; sin embargo, agregaría que si fuese necesario reemplazar a los sacerdotes que acabamos de descartar, por otra fuente de la medicina, podríamos encontrar ésta en la cocina.

Tal era, por lo menos, la opinión de uno de los más grandes hombres de ciencia griegos: el autor desconocido del tratado hipocrático, *De la medicina antigua*, que vivió a mediados del siglo V. Esta obra es quizá la más importante de la colección. El autor, quienquiera fuese, merece ser citado *in extenso*. Escribe: «El hecho es que la imperiosa necesidad llevó al hombre a buscar y encontrar la medicina, pues a los enfermos no les ha hecho bien, ni les hace, el mismo régimen que a los sanos.

Remontándome más aún, sostengo que de no haberse descubierto la manera actual de vivir y de nutrirse, la humanidad se hubiera saciado igualmente con los mismos alimentos y bebidas que sacian a los bueyes, caballos y demás animales, es decir, con los productos naturales de la tierra —frutos, hojas y pastos—, ya que de ellos se nutre, crece y vive el ganado sin inconveniente ni necesidad de otra dieta.

»Creo sinceramente que al principio el hombre utilizó estos alimentos. Nuestro modo de vivir fue descubierto y perfeccionado durante un largo período de tiempo. Muchos y muy terribles serían los sufrimientos de quienes, en su vida áspera y brutal, participaban de esa comida cruda, no preparada, y dotada de enérgicas propiedades: los mismos que padecería el hombre de hoy, con violentos dolores y enfermedades seguidas de la muerte. Es probable que antes sufrieran menos, pues estaban acostumbrados a ingerirla, pero con seguridad sufrirían aun entonces. La mayoría, naturalmente, sucumbió a causa de su débil constitución, en tanto que los más fuertes resistieron más. Del mismo modo que hoy algunos se alimentan con comidas fuertes, mientras que otros sólo podrían hacerlo tras grandes padecimientos. Por esta razón —me parece— los hombres de la Antigüedad trataron de encontrar alimentos adecuados a su constitución, y descubrieron los que ahora utilizamos. Así trillando, moliendo, tamizando, amasando y horneando el trigo, fabricaron el pan, y con cebada hicieron tortas. Experimentando con alimentos, los hirvieron u hornearon, los mezclaron o los combinaron; agregaron comidas fuertes a otras más débiles, hasta adaptarlas a la fortaleza y constitución del hombre. Pues suponían que los alimentos demasiado fuertes para ser asimilados por el organismo humano producían dolores, enfermedad y la muerte; en tanto que los asimilables resultarían nutritivos y le harían crecer y mantenerse sano. ¿Qué nombre más apropiado que *medicina* se puede aplicar a estas búsquedas y descubrimientos, considerando que su propósito era que la salud, el bienestar y la nutrición del hombre reemplazaran a ese modo de vivir que era fuente de dolor, enfermedad y muerte?».

He citado lo anterior en toda su extensión para que los lectores puedan apreciar su notable visión histórica, la combinación de su riqueza de ideas ceñidas estrechamente a los hechos, y su creciente comprensión del incesante desarrollo de la ciencia médica derivada de la más vieja y humilde de las técnicas. Es de notar que el autor de este brillante trabajo científico gusta llamarse a sí mismo, obrero, artesano o técnico, pues, atribuyendo su experiencia a la cocina, llama antiguo a su arte.

Por el dialecto empleado se delata su condición de griego jónico. Es indudable que la medicina, así como otras prácticas, comenzó en Jonia a ser científica. Ahora bien, en el siglo V había escuelas médicas en Occidente que no compartían la concepción de que la medicina se originara en una técnica, sino que aspiraban a deducir las reglas de la medicina práctica de opiniones cosmológicas apriorísticas. El tratado que hemos analizado fue escrito para combatir esta nueva medicina «filosófica».

Una de esas escuelas occidentales estaba en Crotona, y su fundador fue

probablemente el pitagórico Alcmeón, cuyas investigaciones sobre los órganos de los sentidos ya hemos mencionado. Después de él, si en verdad fue el fundador de la escuela, la calidad de la medicina pitagórica declinó. Disminuyó la observación y aumentó la especulación. Filolao de Tarento, que vivió hacia fines del siglo V, en esa década de que ya nos hemos ocupado, demuestra la nueva tendencia. Sus opiniones no carecen de interés, pero se vinculan más bien a la filosofía que al arte de curar. Los pitagóricos atribuían especial importancia al número cuatro. Filolao supuso que los órganos principales del cuerpo humano habían de ser cuatro. La elección de los órganos y su número obedecía a consideraciones de orden filosófico. Como todos los seres vivos tienen la propiedad de reproducirse, incluyó los órganos sexuales. Luego, tras adoptar una clasificación de las cosas vivientes en plantas —que sólo tienen la posibilidad de crecer—, animales —que tienen, además, sensaciones— y el hombre —único que posee razón—, pone, como otros órganos importantes, al ombligo, asiento de la vida vegetal, y que enlaza al hombre con las plantas; al corazón, asiento de las sensaciones, que enlaza al hombre con los animales, y al cerebro, asiento de la razón, que lo eleva sobre todo lo demás.

Esta interpretación, algo arbitraria, pretende señalar al hombre su lugar en la estructura de la naturaleza, y la elección de los órganos principales está determinada por esta tendencia filosófica. Desde el punto de vista del médico práctico, podía haber sido más útil conferir un lugar menos importante al ombligo y decir algo más del hígado y los pulmones, o, si esto es pedir demasiado al médico de la Antigüedad, por lo menos debe señalarse que si el filósofo no hubiera olvidado el vínculo entre el médico y la cocina… ¡no podría haberse olvidado del estómago!

Fue en la escuela de Empédocles, en Agrigento, donde la cosmología produjo sus peores efectos sobre el arte de curar. Aquí se suponía al hombre, como a todo lo demás, formado por cuatro elementos. La doctrina de los elementos incluía una teoría de sus cualidades características: la tierra fue calificada de fría y seca; el aire, de caliente y húmedo; el agua, de fría y húmeda, y el fuego, de caliente y seco. Las alteraciones térmicas del cuerpo humano, igual que las de las otras cosas, eran atribuidas a exceso o defecto de una u otra de esas cualidades. La fiebre tenía que ser interpretada como un exceso de calor. El escalofrío, como un exceso de frío. Siendo así, ¿qué remedio sugeriría el médico que era a la vez filósofo? ¿No recomendaría una dosis de calor para curar el escalofrío, y una de frío para curar la fiebre?

Nacimiento de la concepción de la ciencia positiva

Cuando estas improvisadas doctrinas de las escuelas filosóficas occidentales comenzaron a ser discutidas en su amada Jonia, el autor de *De la medicina antigua* se enfureció. Es agresivo desde el primer párrafo: «Quienes intentan discutir el arte de curar sobre la base de un postulado —calor, frío, humedad, sequedad, o lo que quiera

que se les antoje—, reduciendo las causas de la enfermedad y de la muerte en el hambre a uno o dos postulados, no sólo están equivocados, sino que merecen ser especialmente vituperados por equivocarse en lo que es un arte o técnica (*technè*), y lo que es más, algo a que todo hombre apelará en los momentos críticos de su vida, honrando debidamente al práctico y experto en ese arte, si es bueno».

En este primer párrafo, nuestro autor ha tratado de reunir cuatro objeciones diferentes a la nueva tendencia de la medicina. Como todas son de gran significación en la historia de la ciencia, será conveniente que las tomemos y las discutamos una a una.

En primer lugar, objeta la fundamentación de la medicina sobre postulados. La consecuencia de esta objeción es separar la medicina —como ciencia positiva fundada en la observación y la experimentación— de la cosmología, donde el control experimental no era posible en la Antigüedad. Citaremos sus propias palabras: «Los postulados son admisibles cuando se trata de misterios insolubles, por ejemplo, de las cosas del cielo o de debajo de la tierra. Si un hombre se pronunciase por ellos, ni él mismo, ni nadie de su auditorio, podría saber si dice la verdad, *pues no hay prueba alguna cuya aplicación diera la certidumbre*. La medicina dispone desde hace tiempo de todos sus recursos, y ha descubierto un principio y un método con los cuales los descubrimientos realizados han sido muchos y excelentes, y permitirán otros más completos aún, si el investigador es habilidoso y conduce sus trabajos con conocimiento de los descubrimientos anteriores y los utiliza como punto de partida».

En segundo término, protesta porque los improvisados doctores «están reduciendo las causas de la enfermedad y de la muerte». Esto hay que destacarlo: es la protesta de un técnico que practica, consciente de la riqueza de su ciencia empírica, enfrentándose contra la esterilidad de los metafísicos. Su trascendencia histórica es muy grande. El técnico está espantado de la ignorancia de los filósofos. El arte no había sido aún amordazado por la autoridad. Para esté médico hipocrático, las cualidades de las cosas, que afectaban la salud del hombre, no eran tres o cuatro, sino infinitamente variadas. «Sé —protesta— que no es lo mismo para el cuerpo humano que el pan sea de harina pasada, o no, por el cedazo; que esté hecho de grano entero o descascarado; que haya sido amasado con mucha o poca agua; que haya sido suficientemente amasado o no; que haya sido, o no, bastante horneado; y hay muchísimas otras diferencias. Lo mismo cabe decir de la cebada. Las propiedades de cada variedad de grano son muchas, pues ninguno es igual al otro; pero ¿cómo puede quien no considere estas verdades, o quien las considere sin estudiarlas, saber algo de los padecimientos humanos? Pues cada una de esas diferencias produce en el ser humano un efecto y un cambio de una u otra clase, y sobre todas esas diferencias debe basarse la dietética del hombre sano, enfermo o convaleciente». A continuación procede a complementar el puñado de conceptos de Empédocles con una serie de otros más significativos para la ciencia médica: en los alimentos, de cualidades como el dulzor, la amargura, la acidez, la salinidad, la insipidez o la astringencia; en

anatomía humana, de la configuración de los órganos; y en fisiología humana, de la capacidad del organismo para reaccionar ante estímulos externos. Así increpa el cocinero al cosmólogo.

La tercera razón de su fastidio era, no que el filósofo se equivocara, sino que lo hiciera en una técnica o arte (*technè*). La razón que hace que no se justifique la ignorancia de la *technè* es que ningún conocimiento merecía el título de *technè* a menos que diera resultado. Aquí se advierte el justificado orgullo del artesano experto, que nos demuestra que la ciencia antigua no se ensayó en el laboratorio, sino en la práctica. No debemos pasar por alto este hecho cuando discutamos el punto de si la ciencia griega conocía la experimentación o no. Toda técnica era una manera de imitar la naturaleza; cuando daba resultado, probaba que el técnico la comprendía.

La cuarta razón de su enojo contra el médico que esgrime sólo postulados filosóficos e ignora la práctica, es el sufrimiento del paciente. Esta referencia al paciente es la característica más notable de los médicos hipocráticos. Hacían todo lo posible por ser rigurosamente científicos, pero del mismo modo sostenían que el primer deber del médico es curar, más bien que estudiar la enfermedad. En este aspecto existía cierto grado de desacuerdo entre ellos y la vecina escuela de Cnido. Podríamos concretar esta diferencia diciendo que el ideal del hombre de Cnido fue la ciencia, y el del hombre de Cos, la ciencia al servicio de la humanidad.

La ciencia al servicio de la humanidad

Acabamos de ver las cuatro objeciones principales que nuestro médico práctico pone a las innovaciones médicas de los filósofos. En esta temprana época, cuando todavía no se había acumulado mucho conocimiento positivo, y antes de que la especialización se hiciera necesaria, era natural que un filósofo abarcara todas las ramas del conocimiento; por eso, no debe sorprendernos que Empédocles dirigiera su atención hacia la medicina. Al hacerlo así, puso de manifiesto que cierta clase de especulación era admisible en cosmología, pero inadmisible en medicina. Los cosmólogos acostumbraban a fundarse en alguna observación, o en varias (cambio del agua en hielo o vapor, la relación matemática entre las longitudes de las cuerdas que vibran, la transformación de los alimentos en carne), para elaborar sobre este débil andamiaje una teoría del universo, y se conformaban si el sistema que desarrollaban era compatible con la lógica. Esto no podía satisfacer al médico, cuyas teorías eran ensayadas continuamente en la práctica, y ratificadas o rectificadas por su efecto sobre el paciente.

De este modo se logró una concepción más estrictamente científica; podríamos decir que los médicos hipocráticos hicieron cuanto estuvo a su alcance para lograr enteramente la concepción de una ciencia positiva. Lo que diferencia su ciencia de la nuestra, fue menos la incapacidad de comprender la importancia de la

experimentación, que la carencia de instrumentos de precisión y de toda técnica de análisis químico. Fueron tan científicos como las condiciones materiales de su tiempo lo permitían. Fundamentaremos este aserto en pocas palabras.

Nuestra primera cita será otra vez del autor de *De la medicina antigua*, quien sostiene que el método de observación y experimentación utilizado por los médicos, y no el método apriorístico de los cosmólogos, es la única senda para alcanzar la comprensión de la naturaleza del hombre. «Algunos médicos y filósofos sostienen que nadie puede saber medicina si ignora lo que es el hombre; quien quiera tratar debidamente a sus enfermos —dicen— deberá aprender eso. Pero la cuestión que plantean es de carácter filosófico. Lo que el hombre es desde su origen, cómo apareció, y de qué elementos estaba hecho originariamente, es incumbencia de aquellos que, como Empédocles, han escrito sobre la ciencia natural; pero mi punto de vista es, en primer lugar, que todos aquellos filósofos o médicos que han hablado o han escrito sobre la ciencia natural pertenecen menos a la medicina que a la literatura. También sostengo que un conocimiento claro de la naturaleza del hombre sólo puede provenir de la medicina, y no de otra fuente, y que será posible alcanzar este conocimiento cuando la medicina misma sea debidamente comprendida; pero que hasta entonces será imposible. Me refiero a la posesión de los conocimientos de lo que es el hombre, de qué causas proviene, y otros puntos semejantes» (*De la medicina antigua*, cap. XX).

La cita siguiente se refiere al uso correcto de las inferencias cuando existen hechos que no son accesibles directamente por los sentidos. El autor discute las dificultades del tratamiento de las dolencias internas: «Sin duda, ningún hombre que vea sólo con los ojos puede llegar a saber nada de lo que se ha descrito. Por esta razón he llamado oscuros a estos puntos, a pesar de juzgar que no pertenecen al arte. Su oscuridad no significa que no puedan llegar a ser dominados. Se los ha dominado cuanto ha sido posible, con las limitaciones impuestas por la capacidad del enfermo para ser examinado y la capacidad de los investigadores para investigar. Serán menester más fatigas y más tiempo para conocerlos como si los viéramos con nuestros propios ojos; *pues lo que escapa a la visión de los ojos es percibido por el ojo de la mente*, y los padecimientos del enfermo no son culpa del médico, sino de la naturaleza del enfermo y de la enfermedad, cuando no puede ser rápidamente observada. *En verdad, el médico, no pudiendo ver la enfermedad con sus ojos, trata de descubrirla por el razonamiento* (*El Arte*, capítulo XI).

No debemos pasar por alto que lo que el médico hipocrático llamó el «ojo de la mente» era muy diferente de lo que Platón quería decir cuando usaba la misma frase. Platón se refería a las deducciones que se hacen partiendo de una premisa apriorística; el escritor hipocrático alude a la inferencia de hechos invisibles por los síntomas visibles.

La tercera cita enumera alguno de los instrumentos utilizados para alcanzar los escondidos secretos del cuerpo: «La medicina, imposibilitada de ver con los mismos

ojos que a todos sirven perfectamente, en los casos de empiemas, de enfermedades del hígado, del riñón o de las cavidades en general, descubrió, no obstante, otros recursos para lograrlo. La claridad o ronquera de la voz, la aceleración o retardo de la respiración y el carácter de las excreciones habituales, (su olor, su color o su consistencia), proporcionan al médico los elementos para deducir cuál es la enfermedad a que esos síntomas pertenecen. Algunos síntomas indican que una parte ya está afectada; otros, que una parte puede afectarse después. Cuando la naturaleza no proporciona por sí misma ninguno de sus secretos, la medicina ha encontrado los medios para obligarla a revelarlos sin perjuicio; cuando éstos se han logrado, se hace claro para quienes dominan este arte, qué camino debe seguirse. El arte puede hacer, por ejemplo, que la naturaleza aísle las flemas, valiéndose de comidas y bebidas agrias, a fin de sacar conclusiones viendo lo que antes era invisible. Del mismo modo, cuando la respiración es sintomática, haciendo que el paciente suba corriendo una cuesta, se obliga a la naturaleza a revelar sus síntomas» (*El Arte*, cap. XIII).

La última cita nos muestra al médico tratando de bosquejar una teoría del conocimiento. «En la práctica médica no se debe prestar atención preferente a teorías plausibles, sino a la experiencia combinada con la razón. La teoría verdadera será una combinación de la memoria de las cosas aprehendidas mediante la percepción sensorial, pues ésta, haciéndose experiencia y aportando al intelecto las cosas que a él atañen, genera imágenes claras; y el intelecto al recibirlas repetidas veces, atendiendo a la ocasión, el momento y la forma, las acumula y las recuerda. Ahora bien, *admito que se teorice, si esto se hace fundándose en los hechos y si la deducción de conclusiones corresponde a los fenómenos*, pues si la teoría se funda sobre hechos claros, puede existir en el dominio del intelecto, que recibe todas sus impresiones de otras fuentes. Podemos imaginar que nuestra naturaleza se agita y experimenta bajo gran variedad de estímulos, y el intelecto, como ya dijimos, tomando sus impresiones de la naturaleza, nos conduce luego hacia la verdad. *Pero si se parte, no de impresiones claras, sino de ficciones plausibles, a menudo se determinará un estado lastimoso y perturbador. Aquellos que proceden de este modo se pierden en un callejón sin salida*» (*Preceptos*, cap. I).

Estas citas pueden servir para aclararnos en qué medida los médicos de la Antigüedad han contribuido a la concepción moderna de la ciencia positiva. También nos permiten comprender cuánto debe la medicina griega a los filósofos, segunda de las fuentes mencionadas a menudo por los historiadores.

Si tenemos presente la tendencia de los filósofos a imponer en medicina los métodos apriorísticos de la cosmología, nos sentiremos inclinados a pensar que la medicina hipocrática debe tan poco a los filósofos como a los sacerdotes. Por otra parte, cuando consideramos la contribución de un Empédocles o de un Anaxágoras al problema del uso correcto del testimonio de los sentidos, vemos que su opinión en este punto es idéntica a la de los médicos; además, para la medicina no fue del todo inútil ser tema de discusión de los filósofos. Una ciencia puede resentirse si se la

divorcia de la vida intelectual de la época; los filósofos, aportando su acervo, contribuían a la formación de un cuerpo sistemático de teoría médica que, aunque prematura, alimentó la natural impaciencia con la creencia de que el paulatino progreso de la investigación científica había alcanzado su meta. En verdad, la vida es corta y el arte es largo, y la generalización prematura es a veces mejor que nada.

El tercero de los tributarios a la corriente de la medicina de Grecia, que comúnmente se menciona en los libros, es el proveniente de los instructores de los gimnasios. Éstos poseían un conocimiento notablemente preciso de la anatomía de superficie; crearon una técnica completa del tratamiento manual de las dislocaciones, y en su ocupación de cuidar y restablecer la salud de sus clientes, estudiaron los masajes, las dietas y los sistemas graduados de ejercicios. Esta contribución, en la medida de sus posibilidades, fue valiosa, y es la más importante de las tres fuentes analizadas por los historiadores.

No por desprecio hacia ella la dejaremos de lado para pasar a ocuparnos del mayor fracaso de la medicina griega, inevitablemente sugerido por nuestro presente tema. Los gimnasios eran el lugar de reunión de los ciudadanos, y muy especialmente de los más encumbrados. Proporcionaban a los miembros de la clase ociosa la oportunidad de someterse, debidamente dirigidos, a regímenes de salud; pero la cuestión que desearíamos encarar ahora es la salud de los obreros.

Ya hemos citado un pasaje de Jenofonte que dice: «Lo que se conoce por artes mecánicas lleva consigo un estigma social, y con razón se considera deshonroso en nuestras ciudades, pues tales artes dañan el cuerpo de quienes trabajan en ellas y de quienes actúan como supervisores, porque les imponen una vida sedentaria y encerrada, y, en algunos casos, los obligan a pasar el día junto al fuego». Es evidente que estos trabajadores, con sus cuerpos castigados, no constituían la clientela de los instructores de gimnasia y, recíprocamente, la contribución de los instructores a la medicina no se adaptaba a las necesidades de los obreros, ni lo pretendía.

En verdad, fácil es ver que, cuando la sociedad evolucionaba hacia una precisa diferenciación entre las categorías de ciudadano y obrero, la medicina tendía cada vez más a servir directamente a las necesidades de la clase ociosa. Esto determinó consecuencias muy paradójicas.

Una de las glorias de la medicina hipocrática es que se esforzó siempre por contemplar al hombre en relación con su ambiente. El tratado *Aires, aguas y lugares* es una de las primeras expresiones de esta concepción bien definida del efecto sobre la constitución del hombre, no sólo de su ambiente natural, sino también de su ambiente político. El médico hipocrático consideraba lo que el hombre comía, la calidad del agua que tomaba, el clima en que vivía y el efecto que tenía sobre él la libertad griega o el despotismo oriental; pero no hay aspecto del medio que influya en el hombre tan íntimamente ni con tanta persistencia como su ocupación habitual, y acerca de este tema los tratados hipocráticos nada dicen. El estudio de las enfermedades profesionales no fue iniciado hasta una época relativamente reciente:

con Paracelso (*c*. 1490-1541) y, mucho más notablemente, con Ramazzini (1633-1714).

NOTA BIBLIOGRÁFICA

De la medicina antigua, un documento clave en la historia de la ciencia, puede encontrarse, excelentemente editado y comentado, en *Hippocrates L'Ancienne Médecine. Introduction, Traduction et Commentaire* por A.-J. Festugière, París, 1948.

CAPÍTULO VI

Antes y después de Sócrates

Acabamos de completar nuestro estudio de las principales figuras de la primera época de la ciencia griega, la Edad Heroica, que va de Tales a Demócrito. Los filósofos la han llamado «Época Presocrática» y los historiadores comúnmente la consideran dedicada sobre todo a una audaz pero infundada especulación acerca de las «cosas de los cielos». En la Antigüedad se refería una anécdota a la que se atribuía sentido simbólico: Tales, caminando por la ciudad de Mileto, concentrado en sus pensamientos, cayó en un pozo. La preocupación por «las cosas de arriba» le hizo olvidar lo que había bajo sus pies. Ésa era la consecuencia inevitable de la impía intención de querer establecer una filosofía de la naturaleza. La humanidad fue rescatada de este mal principio —malo según esa opinión— por Sócrates, el gran moralista ateniense, quien «trajo la filosofía del cielo a la tierra». Insistió en que el verdadero estudio de la humanidad es el hombre, y desvió la atención de la física a la ética. Bajo su influencia, la filosofía abandonó su presuntuosa aspiración a comprender el cielo, y se abocó a la tarea más humilde de enseñar al hombre a portarse como tal.

Este enfoque de la relación de Sócrates con sus predecesores es, a nuestro modo de ver, falso. Los antiguos filósofos naturalistas no se concentraban en especulaciones sobre las cosas del cielo, desentendiéndose de los problemas humanos. Por el contrario, lo más característico y original del modo de pensamiento jónico fue que no reconoció distinción fundamental entre el cielo y la tierra, y que trataba de explicarse los misterios del universo en términos de cosas familiares. Para ser precisos, la fuente de la que surgió la filosofía jónica fue la nueva concepción del mundo, que resultó de la fiscalización de la Naturaleza por el técnico, miembro caracterizado de una sociedad libre. Las técnicas eran maneras de bastarse a sí mismo imitando a la naturaleza. El éxito con que estas técnicas fueron aplicadas dio a los filósofos naturalistas jónicos la convicción de que comprendían el mecanismo de la naturaleza. La creencia en la identidad de los procesos técnicos y naturales es la clave de la mentalidad de esa época.

Los siglos VI y V, período conocido como el de la filosofía presocrática, o Edad Heroica de la ciencia, se caracterizaron, no sólo por el pensamiento abstracto, sino también por un gran progreso técnico; y lo que es nuevo y característico de su modo de pensamiento proviene de las técnicas. El desarrollo técnico fue la varita mágica que cambió la vieja estructura social, basada principalmente en la explotación de la tierra, en una nueva forma de sociedad sustentada esencialmente en la manufactura. El progreso técnico originó una nueva clase formada por los industriales y comerciantes, que rápidamente asumió el poder político en las ciudades.

En la primera década del siglo VI, Solón, representante de la nueva clase, intentó modernizar Atenas, la vieja Atenas sacudida por las luchas entre los terratenientes y campesinos. Para llegar a esto, según refiere Plutarco, Solón «invistió a los oficios con honores». «Desvió la atención de los ciudadanos hacia las artes y oficios, y promulgó una ley por la cual un hijo no tenía la obligación de mantener a su padre en la vejez si éste no le había enseñado un oficio». «En esta época —dice Plutarco— el trabajo no era una desgracia, y poseer un oficio no implicaba una inferioridad social». Entonces eran estimados hombres como Anacarsis el Escita, cuyos títulos de gloria fueron haber perfeccionado el ancla e inventar el fuelle y la rueda de alfarero; u hombres como Glauco de Quíos, que inventó el soldador; o Teodoro de Samos, que se acreditó una larga lista de invenciones técnicas, como el nivel, la escuadra, el tomo, la regla, la llave y el método de fundir el bronce.

Estos inventos náuticos e industriales fueron apreciados, entre otros, por los comerciantes de Mileto. La creciente prosperidad de éstos dependió de las manufacturas destinadas a la exportación. Entre ellos aplicó Tales sus conocimientos de matemática y geometría para el perfeccionamiento del arte de la navegación, y para ellos hizo Anaximandro el primer mapa del mundo. Allí fue donde el mundo comenzó a ser concebido como una máquina. El carácter de la época era tal, que los honores eran conferidos a los técnicos. La palabra griega para expresar la sabiduría, *sophia*, significa aún en esta época «habilidad técnica» y no especulación abstracta; mejor dicho, no se hacía distinción entre ambas, pues la mejor especulación se basaba en la habilidad técnica. El autor de *De la medicina antigua* no sabía de títulos más altos que el de técnico. En este medio nació la filosofía natural de los jonios. Presentarla tan enteramente absorta en especulaciones sobre los cielos, hasta el punto de negligir los intereses humanos, es falso.

Aún nos falta mencionar el producto más acabado de esta nueva tendencia. En las ciudades libres de la vieja Jonia, la conquista de la naturaleza por la técnica hizo nacer la ambición por extender los dominios de la razón sobre toda la naturaleza, incluyendo Ja vida y el hombre. Hubo un movimiento definido y consciente de pensamiento racional sobre todos los aspectos de la existencia. Hubo una propaganda de esclarecimiento, como lo demuestran muchas páginas de las obras hipocráticas. «Me parece —dice un autor tratando de la misteriosa afección llamada epilepsia— que esta enfermedad no es más divina que otra cualquiera. Tiene, como toda enfermedad, su causa natural. Los hombres piensan que es divina simplemente porque no la comprenden; pero si llaman divino a todo lo que no comprender, ¡bueno! las cosas divinas serían interminables». Éstas son palabras verdaderamente clásicas. Marcan el advenimiento de una nueva época de la cultura humana. En su suave ironía encierran el juicio definitivo sobre una época pasada: el período de la explicación mitológica. A decir verdad, ese punto de vista no ha llegado ni aún hoy a prevalecer en todos los lugares de la tierra. La batalla sigue librándose, y el resultado es dudoso. Los milagros son todavía el fundamento de la opinión de grandes sectores,

aun de la humanidad civilizada. La cristiandad no se ha decidido a aceptar una concepción estrictamente naturalista de la historia del cristianismo, ni siquiera de la leyenda de Juana de Arco; pero la vieja proposición continúa obrando silenciosamente en la mente del hombre civilizado. «Los hombres piensan que es divina simplemente porque no la comprenden; pero si llaman divino a todo lo que no comprenden, ¡bueno! las cosas divinas serían interminables». La identificación de lo divino con lo aún no explicado fue el más hábil de los golpes asestados a favor de la razón y la naturaleza.

La primera ciencia social

El movimiento en pro de la ilustración que ha dejado su impronta en los escritos hipocráticos nos ha legado también un esbozo del ascenso de la cultura humana en una obra que es una contribución de primordial importancia de la escuela jónica a la ciencia.[1]

«En la época de la génesis del universo —dice el texto— el cielo y la tierra eran una sola cosa, y sus elementos estaban mezclados; luego sus componentes se separaron, y el cosmos cobró totalmente el orden que ahora observamos en él, pero el Aire continuó en un estado de agitación. Como consecuencia de esta agitación, la porción incandescente del Aire —por su natural tendencia a ascender, debida a su poco peso— se acumuló en los espacios superiores; por esta razón, el Sol y los demás cuerpos celestes fueron envueltos en el movimiento rotatorio. La porción de Aire más densa y turbulenta se unió al elemento húmedo, y ambos se dispusieron en la misma zona, a causa de su peso. Cuando esta materia más pesada se hubo concentrado y girado alrededor de sí misma, los elementos húmedos formaron el mar, y la tierra surgió de los elementos sólidos.

»La tierra fue al principio cenagosa y blanda, y por la sola acción del calor del sol, comenzó a endurecerse. Entonces, debido a ese mismo calor, algunos de los elementos húmedos se dilataron, y la tierra comenzó a burbujear en muchos lugares. En esos lugares se produjeron fermentaciones encerradas en membranas delicadas, fenómeno que aún hoy puede observarse en los pantanos y fangales cuando sobreviene un ascenso rápido de la temperatura del aire, después de un enfriamiento de la tierra. Así, por la acción del calor, los elementos húmedos comenzaron a producir la vida. Los embriones así formados se alimentaron de noche con la niebla que caía del aire ambiente, en tanto que durante el día la acción del calor solar les daba solidez. Al cabo de esta etapa, cuando los embriones hubieron adquirido todo su desarrollo y sus membranas, secas por el calor, se rompieron, aparecieron los seres vivientes de todas clases. Los que habían recibido más calor llegaron a las regiones más altas y se convirtieron en pájaros; los que contenían una proporción mayor de tierra constituyeron la clase de los seres que se arrastran y de otros animales

terrestres, en tanto que los que tenían mayor cantidad de elementa húmedo fueron a las regiones semejantes a ellos, y se tornaron lo que llamamos peces. La acción continuada del sol y el viento endureció más aún la tierra, y entonces ya no fue posible traer a la vida a ninguno de los seres mayores; sin embargo, cada uno de los seres vivientes se reprodujo por el contacto con sus semejantes.

»Los primeros hombres vivieron una vida azarosa, como la de los animales salvajes, saliendo a pastar independientemente los unos de los otros, dirigiéndose hacia toda vegetación que los atrajera, y hacia los frutos silvestres de los árboles. La necesidad les enseñó a cooperar, pues los individuos eran presa de los animales salvajes. Sólo cuando el miedo les enseñó a agruparse, comenzaron lentamente a reconocer sus semejantes. El lenguaje fue al principio confuso y carente de sentido. Gradualmente se hizo articulado, atribuyó a cada objeto un sonido convencional e hizo recíprocamente inteligible la conversación sobre cualquier tema.

»Grupos como éstos se formaron sobre toda la tierra habitable, pero no todos tenían la misma forma de hablar, pues cada grupo estableció su lenguaje al azar. Por eso llegaron a existir todas las clases de lenguas. Los primeros grupos constituidos son el origen de todas las razas humanas. Como aún no se habían descubierto las comodidades, los primeros hombres vivieron una vida difícil. Carecían de vestidos; no tenían casa ni fuego, y no conocían los alimentos cultivados; ni siquiera se les ocurrió la idea de almacenar alimentos silvestres, y no hicieron provisiones para cuando pudieran necesitarlas. El resultado fue que murieron en gran número durante los inviernos, por el frío y la desnutrición. Poco a poco, sin embargo, la experiencia les enseñó a refugiarse en cuevas durante el invierno, y a acumular las frutas conservables. Fueron descubiertos el fuego y otras comodidades, y se inventaron las artes y todas las cosas que promueven la vida social. Por la ley general de este proceso, es la necesidad la que enseña todo al hombre. La necesidad es la guía íntima que conduce al hombre a través de cada prueba, y la necesidad tiene en él a un discípulo naturalmente apto, equipado como está, con sus manos, su lenguaje y su ingenio, para cualquier propósito».

Diodoro, que nos ha legado este conciso esbozo de la historia del hombre y de la sociedad, no fue —como bien podemos deducirlo con un cuidadoso análisis de su libro— el más inteligente de los hombres.

Es improbable que hiciera entera justicia al pensamiento del original: no obstante, su texto es aún extraordinariamente impresionante. Al parecer, el escritor tenía un concepto dialéctico de la evolución. Imaginó que, bajo ciertas condiciones históricas, podrían surgir nuevas formas de vida. En una etapa dada de su desarrollo, la tierra es capaz de producir organismos vivos; pasada esta etapa, sucede a la generación espontánea la generación sexual, al menos para los seres más grandes.

El proceso de evolución combina el desarrollo cuantitativo con los saltos cualitativos; además, esta dinámica dialéctica intervino no sólo en el origen y desarrollo de la vida, sino también en la génesis y estructuración de la sociedad. El

hombre no es por naturaleza un animal político; se *convierte* en animal político por un proceso gradual de experiencia, ya que sólo aquellos hombres que aprenden a cooperar escapan a la destrucción provocada por las bestias salvajes. El hombre no ha sido dotado por los dioses del don de la palabra. Por un proceso de evolución histórica se convierte en un animal capaz de hablar. El significado de sus palabras es convencional. En lugar de esforzarse por comprender a la naturaleza analizando el significado de las palabras —procedimiento que más tarde llegaría a ser el vicio característico del pensamiento griego—, el escritor se inclinaba a comprender el significado de las palabras por el estudio de la historia de la sociedad.

El hombre no es por definición, y en su naturaleza esencial, un animal racional; se convierte en animal racional en la rigurosa escuela de la necesidad, y con holgura, pues cuenta con un par de manos capaces. El escritor reconocía la importancia de la técnica en la historia de la cultura humana. Puntualiza que el hombre se distanció de los demás animales, en la carrera por sobrevivir, gracias a su educabilidad superior. Sabemos de otras fuentes que Demócrito, que pudo ser su autor, pensaba que el hombre habría aprendido de la araña a tejer, de la golondrina a edificar, y que imitando a los pájaros aprendió a cantar.

Los sofistas

La difusión que alcanzaron en Grecia los nuevos modos de pensamiento, actualizados y publicados por hombres como Anaximandro, Empédocles, Anaxágoras y Demócrito, tuvo una influencia difícil de justipreciar, pero no hay duda, que fue grande. Anaxágoras, natural de Clazómenes, que vivió en Atenas del 480 al 450 y enseñó a Pericles cuando era joven, hizo mucho para difundir el nuevo conocimiento. Otro extranjero distinguido que pasó gran parte de su vida en Atenas fue Protágoras de Abdera, el primero de los sofistas —nueva clase de hombres que caracterizan a esta época— que tuvimos oportunidad de mencionar. Los sofistas eran conferenciantes ambulantes que iban de ciudad en ciudad difundiendo las nuevas ideas. Se especializaban en historia y en política, y se decían capaces de enseñar el arte de gobernar. No hay lugar a duda que el fundamento general de sus ideas sobre la sociedad fue la obra del autor anónimo que se ha citado. Platón, que se oponía diametralmente a esta teoría del origen y naturaleza de la civilización, se valió de las opiniones de los sofistas y de su manera de vivir para atacarlos.

Los tres sofistas más notables fueron: Protágoras, a quien ya mencionamos, y que provenía de la misma ciudad que Demócrito: Abdera, que parece haber sido el mayor centro de ilustración; Gorgias, de Leontini (Sicilia), e Hipias, de Elis (en el Peloponeso). Platón los calificó duramente, y mucho de lo que sabemos acerca de ellos está destinado a ilustrarnos acerca de la irresponsabilidad de sus enseñanzas y de la vulgaridad de su autopropaganda. Es dudoso que estas críticas estén bien

fundadas. Protágoras dijo: *El hombre es la medida de todas las cosas*; por eso figura en la historia de la filosofía como representante del principio del subjetivismo en su forma más extrema. Gorgias dijo: *La verdad no existe; pero, si existiera, no podría ser conocida, y si pudiera ser conocida, no podría ser comunicada*. Se le considera como el prototipo del escéptico. Hipias, que tuvo fama de vanidoso, se distinguía por asistir a los juegos de Olimpia en traje de gala, confeccionado hasta en sus menores detalles con sus propias manos, y se creía preparado para disertar sobre cualquier tema, desde la astronomía hasta la historia antigua. Subjetivismo, escepticismo y vanidad, para no mencionar el afán de lucro, fueron los vicios de ios sofistas, a quienes Sócrates, según Platón, arrebató la conducción del pensamiento griego con el ejemplo de su vida y su conversación.

No es posible entrar en el análisis de las discusiones filosóficas surgidas de los ataques de Platón a los sofistas en una breve historia de la ciencia de Grecia; pero, desde el punto de vista del historiador de la ciencia, debemos decir algunas palabras de cada uno de los tres autores mencionados. Con respecto al primero, Protágoras, es sumamente dudoso que la cita que se le atribuye haya sido correctamente interpretada como una inflexible aseveración del principio del subjetivismo. Protágoras era legislador; a pedido de Pericles, redactó una constitución para la famosa colonia de Turios, en la Italia meridional, comunidad progresista que creía en la planificación, y empleó a un arquitecto pitagórico, Hipodamo de Mileto, para que la transformase en una ciudad modelo. El esclarecido legislador de esta comunidad consideraba las leyes como una creación humana. Compartía la opinión de su compatriota Demócrito sobre la evolución humana. Creía, como los filósofos jónicos, en el concepto contractual de la justicia; cuando dijo que el hombre era la medida de todas las cosas, es casi seguro que quería decir que las instituciones humanas debían adaptarse a las cambiantes necesidades del hombre. Esta idea era antema para Platón, quien pone en boca de Sócrates, en su *República*, la idea de que el concepto de justicia era eterno, y debía ser comprendido, no a través del estudio de la historia, sino de la razón pura. Éste, y no el principio del subjetivismo, parecería ser el verdadero fundamento de las diferencias entre Protágoras y el Sócrates de Platón.

Es difícil decir cómo debe interpretarse la opinión de Gorgias. Considerémoslo, por su apariencia, como expresión de un escepticismo extremo. En tal sentido, no puede de ningún modo ser considerado como producto del materialismo jónico. La filosofía natural de los jónicos dio a este escepticismo una respuesta mejor que la teoría ideal del Sócrates platónico. Los autores de los tratados hipocráticos estaban convencidos de que la verdad existe, de que puede ser conocida y de que puede ser comunicada. De este modo pensaban Empédocles, Anaxágoras y Demócrito. La tradición científica que ellos caracterizan es el único camino para establecer la objetividad de la verdad. Fue la escuela platónica la que no tardó en caer en un escepticismo que muy bien podría ser resumido en la fórmula de Gorgias. En esa época es la filosofía platónica, y no la tradición científica, la que alimenta el

escepticismo.

En cuanto a Hipias, vestido enteramente con trajes hechos por él mismo, pues había fabricado hasta el anillo que llevaba en el dedo, ilustra a la perfección que la antigua tradición de la sabiduría incluía las técnicas. Hilandero, tejedor, curtidor, sastre, zapatero y herrero: todos unidos en su persona, lo hacen una muestra típica del sabio de las generaciones más antiguas, cuyos títulos de sabiduría no estaban reñidos con la habilidad y destreza de sus manos. Ya hemos dicho que era capaz de disertar sobre historia antigua. Es indudable que su concepción de la historia reconocería el papel de los oficios en el progreso humano.

LA REVOLUCIÓN SOCRÁTICA DEL PENSAMIENTO

Si resumimos las evidencias mencionadas en este capítulo, vemos que es completamente inadecuado considerar que los filósofos de la Antigüedad estaban siempre soñando con las cosas del cielo, en detrimento de la comprensión de los problemas humanos; y que es un error describir la revolución socrática del pensamiento como si fuera esencialmente la que trajo la filosofía «del cielo a la tierra». Sería más exacto enunciarlo de este modo: la escuela jónica de la filosofía natural proporcionó una explicación materialista de la evolución del cosmos; inculcó el ideal de la ciencia positiva y el imperio de la ley universal; aportó una descripción de la dinámica de la civilización, en la que el hombre, por la conquista de las técnicas, aparece como autor de su propio progreso; y sostuvo la teoría contractual de la justicia.

Sócrates, por su parte, desalentó la investigación de la naturaleza; sustituyó el ideal de la ciencia positiva por una teoría de ideas estrechamente vinculadas a la creencia en la inmortalidad del Alma, visitante temporal de una envoltura perecedera; trató de explicar teológicamente la Naturaleza y la historia de la humanidad por la providencia; y consideró a la Justicia como idea eterna, independiente del tiempo, lugar y circunstancias. En una palabra, Sócrates abandonó el enfoque científico de la naturaleza y el hombre, que había sido desarrollado por los pensadores de la escuela jónica, desde Tales hasta Demócrito, y lo sustituyó por una concepción religiosa que provenía de Pitágoras y Parménides. Más que a traer la filosofía del cielo a la tierra, se dedicó a persuadir al hombre de que debía vivir de modo tal, que a la muerte su alma volviera al cielo inmediatamente. Puede admitirse que hizo importantes contribuciones a la lógica. Aristóteles le reconoce el haber introducido los conceptos de inducción y definición, pero su dominio de estas artes fue desplegado solamente en las esferas de la ética y la política, y en ellas tuvo un carácter más bien metafísico que histórico. No hizo ninguna contribución a la ciencia.

CAPÍTULO VII

PLATÓN

Aparte del *Corpus* hipocrático, no disponemos de obras completas de la filosofía ni de la ciencia griega que existieran antes de Platón. Ninguno de los escritos hipocráticos puede atribuirse con certeza a un autor determinado. De Platón no sólo tenemos libros completos, sino la totalidad de sus obras publicadas. Es el primer filósofo de cuyas opiniones estamos debidamente informados. Bien es verdad que no se han conservado apuntes de su enseñanza oral en la Academia, pero ninguno de sus diálogos se ha perdido. Alrededor de treinta de los diálogos que se le atribuyen se consideran auténticos. Constituyen una obra de gran volumen: aproximadamente igual al de la Biblia. Los mayores, *La República* y *Las Leyes*, abarcan diez y doce libros respectivamente.

La República, escrito a los cuarenta años, y *Las Leyes*, al que sólo faltó el pulido final, a causa de su muerte, a los ochenta y un años, son los más notables de toda la colección. El primero intenta esbozar una sociedad ideal; el segundo resume el mismo tema con un sentido más práctico y a la luz de una experiencia mayor. Ambos nos hablan de lo que fue el máximo esfuerzo de su vida: la regeneración de la vida política de Grecia. La Academia fue fundada con el mismo propósito: formar mediante la educación un nuevo tipo de ciudadano de la clase dirigente, que no permanecería en la Academia, sino que retornaría a la vida pública. Este intento de reformar la vida pública por la educación de un nuevo tipo de individuo, como la tendencia de toda su filosofía, fue pitagórico.

La única prosa importante escrita en Atenas antes de Platón era la historia. El propósito implícito de Herodoto, y el propósito explícitamente admitido de Tucídides, fue presentar los hechos del pasado en forma tal que pudieran servir para guiar las acciones de los hombres en el futuro. Fueron, respectivamente, los historiadores de las épocas del florecimiento y de la decadencia de la democracia ateniense, y aspiraban a hacer al pueblo consciente del drama de la civilización griega, en la que Atenas había jugado el papel principal. Para ellos la historia era una escuela de política; su temperamento era objetivo, como el de los filósofos naturalistas jónicos, con cuyo movimiento estaban esencialmente identificados; buscaban la ley de la dinámica de la sociedad humana, como los filósofos habían buscado la ley de la dinámica de la naturaleza.

Es estrecha la semejanza entre Tucídides, Demócrito y los mejores escritores de la obra hipocrática, en su concepción del mundo. Es idea común a todos que, así como los hombres son producto de la Naturaleza, los caracteres son producto de su sociedad. Tucídides describe un cuadro terrorífico de la degeneración moral de Grecia durante la guerra del Peloponeso. La degeneración del individuo es la

consecuencia y no la *causa* de la guerra.

LA ACTITUD PLATÓNICA HACIA LA FILOSOFÍA NATURAL

Con Platón, la intención se desvía hacia el alma del individuo; las guerras, internacionales o intestinas, son producto de los deseos desbordados del individuo (*Fedón*, 66*c*). Dice el profesor A. E. Taylor: «*La República*, que comienza con las observaciones de un anciano sobre la proximidad de la muerte y la aprensión por lo que pueda seguirla, y termina con un juicio alegórico, tiene siempre como tema central un hecho más íntimo que la mejor forma de gobierno o los métodos más eugenésicos de propagación: la cuestión de cómo el hombre gana o pierde la salvación eterna».

La esencia del pensamiento platónico es la doctrina de la inmortalidad del alma, que compartió con los pitagóricos. El alma humana se convierte en el campo donde se libra la batalla entre el bien y el mal; ésta adquiere al mismo tiempo trascendental importancia, porque el alma humana no es una parte de la naturaleza, sino un visitante de los dominios celestiales. La salvación individual no será lograda por la conducta pública fundada en el estudio de la historia, sino llegando a comprender los valores eternos de Verdad, Belleza y Bondad. La senda hacia esta comprensión reside en la matemática y la dialéctica. Platón había escrito sobre la puerta de su Academia: *No puede entrar aquí quien no conozca la geometría.* En el momento culminante de su vida, cuando fue invitado a ayudar al gobierno de Siracusa, la ciudad más poderosa del mundo griego en esa época, demostró cuánto valoraba esa oportunidad, por el uso que hizo de ella. Empezó a enseñar la geometría al joven príncipe, su anfitrión. Por eso la palabra Academia mereció tan temprano su significado actual.

Solamente el volumen de las obras que sobrevivieron al fragor de la catástrofe sería suficiente para conferir a Platón —a la luz de los modernos estudios de la antigüedad— una importancia única. A aquél debemos agregar la perfección extraordinaria de ellas. Dotado de condiciones dramáticas que completaban su capacidad retórica, Platón expresó sus pensamientos en forma de diálogos, en los que, agrupados alrededor de la figura central de Sócrates, puso en escena a sofistas, generales, hombres de estado, artistas, etc., y los hizo hablar. Si bien es cierto que las disquisiciones son a veces tediosas y arbitrarias al par que profundas, están, en cambio, adornadas con una dorada elocuencia, a la que contribuyen por igual el ingenio, la ironía, la imaginación y la pasión. Además, esos textos se conservan con prístina pureza, debido, sin duda, al hecho de que la Academia gozó como institución de una vida ininterrumpida de novecientos años: fenómeno único en la historia de la literatura antigua. Los estudiosos que dominan su idioma pueden penetrar, con un conocimiento no igualado hasta la fecha, en la vida de Atenas, que fue la escuela de la Hélade, y que desde entonces se convirtió en la escuela de la humanidad.

Por estas razones y muchas otras, la obra platónica atrajo y atrae todavía un grado de atención al que los filósofos y sofistas anteriores no pueden aspirar. Sin embargo, el gran prestigio de esta obra constituye una dificultad para el historiador de la ciencia. Mucho escribió Platón sobre los problemas de epistemología, que se hallan en el límite entre la filosofía y la ciencia. Su talla de filósofo es indudable; sin embargo, su contribución a la ciencia es discutible. ¿Merece en la historia de la ciencia el mismo lugar que se le reconoce en filosofía?

La ciencia anterior a Platón había realizado notables progresos, que pueden ser, a grandes rasgos, clasificados en tres secciones. El primer paso, decisivo, que asociamos especialmente con los filósofos de Mileto, fue la actitud nueva de intentar la explicación de los fenómenos de la naturaleza —incluyendo la naturaleza humana — sin intervención sobrenatural. En segundo lugar, nos encontramos con el comienzo de una técnica rudimentaria de interrogar a la naturaleza valiéndose de experimentos. En Jonia, en Sicilia, en Italia y en la misma Atenas hubo un incremento de la práctica de la experimentación y de la observación, que, cuando sus consecuencias filosóficas fueron comprendidas más claramente, resultó acompañado por un agitado debate sobre la validez de la evidencia sensorial. En tercer lugar, aunque la importancia de esto haya sido poco reconocida, y el hecho haya sido negado por algunos, vino la conexión fundamental entre la filosofía natural y las técnicas, que determinó el carácter de la primitiva filosofía de la naturaleza. Al atacar a los filósofos jónicos, Platón atribuye un lugar importante en su concepción del mundo a que ellos reconocieran esa conexión. Describe su punto de vista con estas palabras: «Las artes que contribuyen más notablemente a la vida humana son las que combinan sus propias fuerzas con las de la naturaleza, como la medicina, la agricultura y la gimnasia» (*Leyes* X, 889*d*). Esto, sin más, implica una filosofía de las técnicas, un intento por definir su carácter esencial y por asignarles su muy importante lugar en el desenvolvimiento de la sociedad civilizada.

Analizaremos la posición de Platón frente a la ciencia de sus predecesores, en esos tres aspectos. En primer lugar, su actitud frente al ateísmo o naturalismo de los jónicos.

ASTRONOMÍA TEOLÓGICA

Cuando los jónicos comenzaron a explicar los fenómenos celestes en un lenguaje naturalista, no puede cabernos duda de lo nueva que resultó su concepción, ni del escándalo que causó. Tal enseñanza estaba en pugna, no sólo con las vagas creencias populares, en la divinidad de los cuerpos celestes, sino también con las doctrinas teológicas formales que sostenían conceptos generales. Los pitagóricos, y más tarde Platón, se esforzaron por devolver lo sobrenatural a la astronomía; y, en verdad, la astronomía no se popularizó en Grecia hasta que fue rescatada del ateísmo. Éste es un

hecho típico en la historia del pensamiento. A menudo, muchas hipótesis científicas han dejado de difundirse hasta recibir el cuño de la religión. Un ejemplo moderno y más conocido ilustra el fenómeno en cuestión. No carece de importancia para la comprensión de la historia de la ciencia.

«Me parece probable —escribió Newton, repitiendo las palabras de Gassendi— que en un principio Dios hiciera materia en partículas sólidas, macizas, duras e impenetrables, de forma y tamaño tales, y con tales otras propiedades y en tal proporción al espacio, que sirvieran al propósito para el que habían sido formadas; y que esas partículas primitivas, siendo sólidas, fueran incomparablemente más duras que cualquier cuerpo poroso que estuviera compuesto de ellas; hasta podrían ser tan duras, que nunca llegaran a desgastarse o romperse, pues ninguna fuerza ordinaria es capaz de separar lo que Dios ha unido en la Creación».

Es evidente que las dos tradiciones se hallan aquí mezcladas. Los átomos, con sus diversas propiedades, pertenecen a la tradición científica. No son ni más ni menos que los átomos de Demócrito. Pero los átomos, tal como salieron de la mente de Demócrito, pertenecían a un cosmos ateo que debió ser explicado enteramente por leyes naturales. Esto ha demostrado siempre ser un obstáculo para su aceptación. Newton, no obstante, entretejió otra teoría con su propia versión de los átomos. Dios, la Creación, la finalidad que Dios se propone, y la imposibilidad de separar lo que Dios ha unido, pertenecen a la tradición religiosa. El párrafo, pues, tal como ha salido de la pluma de Newton, es una extraña amalgama de religión y ciencia; pero el éxito con que pudo circular la concepción newtoniana se debe en parte a la íntima combinación de ambas, pues tal hipótesis científica habría tenido muy pocas probabilidades de abrirse paso en la Europa del siglo XVII si hubiera chocado violentamente con la mentalidad teológica de la época. Fue una suerte para el éxito de la física de Newton que el autor estuviera convencido de que los átomos de Demócrito eran obra de Dios, lo que no formaba parte de la concepción original.

Puede ser importante señalar también que Descartes debió reservarse su *Principia Philosophiae* durante once años, buscando la fórmula en que su posición no ortodoxa pudiera parecer aceptable a la autoridad; y no pudo encontrarla. Newton fue más afortunado; transcribió de buena fe el primer versículo del primer capítulo del *Génesis*, iluminado por la ciencia de los atomistas griegos: *Al principio, Dios creó los átomos y el vacío*. Nunca se ha manifestado mejor el genio diplomático inglés.

Los átomos debieron esperar al siglo XVII de nuestra era para ser bautizados en la cristiandad. En cambio, la astronomía fue pitagorizada y platonizada pocas generaciones después de su florecimiento en Jonia. En uno de los mejores textos de la ciencia antigua que ha llegado hasta nosotros —un manual alejandrino de astronomía escrito por un tal Gemino— encontramos esta relación de la influencia pitagórica sobre la astronomía:

«En esto se basa toda la ciencia de la astronomía: en la suposición de que el Sol, la Luna y los cinco planetas se mueven a velocidad constante en círculos perfectos y

en dirección contraria al cosmos. Los pitagóricos fueron los primeros en formular estas cuestiones, que condujeron a la hipótesis del movimiento circular y uniforme del Sol, la Luna y los planetas. La razón de ello fue que, considerando su carácter de cuerpos divinos y eternos, era inadmisible suponer desórdenes tales como que se movieran más de prisa o más despacio, o incluso que se detuvieran, como suele decirse de las estaciones de los planetas. Aun en la especie humana, esas irregularidades son incompatibles con el comportamiento acostumbrado de un gentilhombre. Aun cuando las crudas necesidades de la vida impongan a los hombres en ocasiones prisa o lentitud, no puede pensarse que circunstancias tales afecten a la naturaleza incorruptible de las estrellas. *Por eso resolvieron el problema explicando el fenómeno por la hipótesis del movimiento circular y uniforme*».

Hemos hablado ya de las mezclas de ciencia, religión y política existentes en el pensamiento pitagórico. Helas aquí ilustradas en un tema de la mayor importancia para la historia de la cultura europea. La aplicación de las matemáticas a la astronomía fue un paso científico; la creencia en la divinidad de los cuerpos celestes pertenece a la religión; la noción de que el gentilhombre participa, en cierto grado, de las características divinas, pertenece a la política de clase, a la que se ha asignado, a través de toda la historia de la civilización, un significado, cósmico inmerecido.

Mientras no se ven los cometas cuando mueren los mendigos,
la muerte de los príncipes la proclaman los cielos por sí mismos.

Hasta Kepler la astronomía no se vio libre de la necesidad de interpretar el comportamiento de los planetas en términos de los prejuicios sociales pitagónicos.

Estos prejuicios político-religiosos llegaron a perturbar la astronomía de Platón, a quien afectó especialmente ese supuesto escándalo de los planetas. Platón fue autor o propagador de una teología astral en la cual las estrellas habían sido hechas para que sirvieran como modelos de la regularidad divina. Consideró incompatible con esta exigencia que entre los calificados huéspedes del cielo donde

paso a paso, por la vieja senda
marcha el ejército de la ley eterna,

hubiera un grupo de cinco vagabundos indisciplinados (la palabra planeta significa vagabundo en griego). La inconveniencia era de particular importancia, sobre todo porque el problema del vagabundo llegó a ser crítico, en esa época, en Grecia.

Isócrates, contemporáneo de Platón, había estudiado especialmente el problema de estos mendigos empedernidos. Propuso un remedio, que no fue aumentar la producción ni distribuir mejor los bienes terrenales. Enfrentado con una multitud creciente de parias errabundos, ocurriósele la idea de reclutarlos, militarizarlos y lanzarlos contra el imperio persa. Aun cuando no pudieran conquistarlo, podrían apropiarse de suficiente parte de su territorio como para procurarse el espacio vital

que necesitaban. La alternativa de esto era la revolución interna. «Si no podemos detener la creciente potencialidad de estos vagabundos —escribe Isócrates— dándoles una vida satisfactoria, nos encontraremos, sin saber cómo, con que su número es tan grande que constituye tanto peligro para los griegos como para los bárbaros» (*Filipo*, 121).

En estas circunstancias no debe sorprendernos que para contribuir a la eliminación del vagabundaje sobre la tierra, Platón dispusiera eliminarlo del cielo. Planteó a los estudiosos de entonces el problema de averiguar «cuáles son los movimientos uniformes y ordenados de los que se puede deducir el movimiento de los planetas». Mientras este problema no fuera resuelto, la teología astral, que tanto influía en su propósito de reconstruir la sociedad, estaba expuesta a un fracaso total, pues ¿por qué adorar a los astros si estos seres divinos no son sino un conspicuo ejemplo de desorden e irregularidad? También es falso atribuir al desafío que Platón hizo a los matemáticos, para que redujeran los planetas a un orden dado, el carácter de una prueba de amor desinteresado por la ciencia. No fue un intento de descubrir los hechos sino de conjurar las apariencias socialmente inconvenientes sobre la base de cualquier hipótesis aceptable.

Los discípulos de Platón no tardaron en proporcionarle la deseada solución al problema. Las trayectorias aparentes de los planetas fueron analizadas por Eudoxo y Calipo sobre los resultados de treinta revoluciones completas. Sobre estas bases a la astronomía, que hasta entonces había estado impregnada de ateísmo, se le reconoció ciudadanía en Grecia. Plutarco, en su *Vida de Nicias*, nos informa sobre este punto cuando nos habla del desastre militar acaecido en Siracusa a ese distinguido general, por su temor supersticioso a los eclipses; lo que movió a su biógrafo a brindamos una extensa reseña del progreso del conocimiento astronómico en el pueblo.

«El eclipse atemorizó mucho a Nicias y a aquellos que eran tan ignorantes o supersticiosos como para preocuparse de tales cosas, pues aun cuando en esa época hasta la gente del pueblo aceptaba que un eclipse de *Sol*, hacia el fin del mes, estaba vinculado a la Luna, no podían comprender de ninguna manera qué se había interpuesto en el camino de la *Luna* para hacer que una luna llena se oscureciera y cambiara de color. Les pareció misterioso: el anuncio de una gran calamidad enviada por Dios. Anaxágoras, el primero que comprendió y se atrevió a intentar la explicación de las fases de la Luna, no tenía gran autoridad, y su libro fue poco apreciado; circuló en secreto, fue leído por pocos y cautelosamente recibido.

»Es que en esa época no había tolerancia para los filósofos naturalistas o, como eran llamados: "Charlatanes en las cosas del cielo". Se les acusó de rechazar lo divino y reemplazarlo por causas irracionales, fuerzas ciegas y el imperio de la necesidad. Protágoras fue desterrado, Anaxágoras fue encarcelado y cuanto pudo hacer Pericles por él fue liberarlo; Sócrates, aun cuando nada tenía que ver en el asunto, fue llevado a la muerte por ser filósofo. *Sólo mucho más tarde, y por la brillante reputación de Platón, la astronomía fue reivindicada y su estudio facilitado a todos. Esto se debió*

al respeto que su personalidad inspiraba, porque subordinó las leyes naturales a la autoridad de los principios divinos».

Tal era la opinión de Plutarco sobre este tema. No dependemos solamente de esta autoridad, relativamente reciente. Platón nos expresa lo mismo en un curioso pasaje de sus *Leyes* (820-822), donde hace decir a un personaje que un nuevo descubrimiento astronómico ha hecho innecesario someterse a la opinión generalmente aceptada, de que la astronomía es una materia peligrosa e impía. ¿Cuál es este nuevo descubrimiento? Simplemente que el Sol, la Luna y aquellos vagabundos, los planetas, no se mueven irregularmente, como parecen hacerlo; por consiguiente —continúa diciendo Platón—, nuestra actitud frente a la enseñanza de la astronomía debe ser revisada. La astronomía se convierte ahora en un estudio sin peligros, y hasta enteramente deseable. No debe tolerarse que se diga a los estudiantes, como enseñaban los viejos filósofos naturalistas, que el Sol y la Luna son masas de materia inanimada, sino que habrán de rogar y ofrecer sacrificios por los cuerpos celestes con el espíritu mejor dispuesto, cuando comprendan que los astros son seres divinos cuyos movimientos son modelos de regularidad.

Aristóteles propulsó más tarde este tipo de astronomía, en la que las leyes naturales fueron subordinadas a los principios divinos y en la que se prestó más atención a los cuerpos celestes como objetos de adoración que como material de estudio científico. Sistematizando las doctrinas de Platón y de los pitagóricos, Aristóteles enseñó que no sólo el movimiento circular de los cuerpos celestes era prueba de que estaban bajo el gobierno de una inteligencia divina, sino también de que la verdadera sustancia de que estaban hechos —a la que llamó el quinto elemento, para distinguirlo de la Tierra, el Aire, el Fuego y el Agua— era diferente de otra cualquiera existente bajo el círculo de la Luna. Esa astronomía de tendencia teológica que enseñó (debe observarse que esto no es característico de su concepción científica) fue heredada por la Edad Media.

Aristóteles sostenía que el universo constaba de cincuenta y nueve esferas concéntricas, de las que la Tierra ocupaba el centro. A ésta le correspondían cuatro esferas, una por cada uno de los cuatro elementos. Sobre las cuatro esferas terrestres había cincuenta y cinco esferas celestes. La de la Luna era la inferior, y la de las estrellas fijas, la más distante. Suponía que las esferas giraban alrededor de la Tierra inmóvil, arrastrando en su movimiento a los cuerpos celestes. En el esquema del universo que ofrece Aristóteles, el cambio sólo era posible por debajo de la Luna, donde los cuatro elementos, cuyos movimientos «naturales» eran de ascenso y descenso, podían mezclarse y transformarse el uno en el otro. Pero por encima de la Luna, en las esferas etéreas, cuyos movimientos «naturales» eran circulares, no se producía ningún cambio. Así como la sustancia del cielo es diferente de la de la tierra, así también lo son las respectivas leyes del movimiento. Hay una mecánica celeste y una mecánica terrestre. Las leyes de la una no son válidas para la otra. Hasta Newton la mecánica terrestre no recobra el dominio del cielo.

Sería, no obstante, erróneo sugerir que la concepción platónica «que aspiraba a subordinar las leyes naturales a los principios divinos» no tuviera oposición alguna y que fuera aceptada por todos. Aristóteles mismo da pruebas de las reservas con que se la miraba. Las referencias que hemos venido haciendo a sus opiniones en astronomía, están tomadas de su tratado *De los cielos*, que parece ser uno de sus primeros trabajos, escrito cuando estaba fuertemente influido por Platón y la Academia. En su *Metafísica* (XI, 8, 1073 *b* 8 y sigts.), discutiendo el movimiento aparente de los cuerpos celestes, emite una opinión más prudente, que es digna de ser citada: «Para quienes han prestado un poco de atención al asunto, es evidente que los movimientos son más numerosos que los cuerpos que se mueven, pues cada uno de los planetas tiene más de un movimiento. Con respecto al número real de estos movimientos, citaremos —para dar una noción del tema— lo que dicen esos matemáticos, que afirman que si bien nuestro pensamiento puede captar cierto número de movimientos, *los demás debemos investigarlos en parte nosotros mismos, en parte aprendiendo de otros investigadores, y si quienes han estudiado este tema, se han formado una opinión distinta de la nuestra, debemos valorar ambas, pero seguir la más exacta*».

Esta opinión es digna del gran hombre de ciencia que fue Aristóteles. Es oportuno señalar que a menudo, aun cuando rebate una opinión *correcta* de sus predecesores, lo hace porque está en posesión de más pruebas que ellos. Se justifica, desde este punto de vista, su desastrosa distinción entre la mecánica terrestre y la mecánica celeste. Los antiguos jónicos, por ignorar hasta el tamaño aproximado de los cuerpos celestes, sus distancias recíprocas y sus distancias a la Tierra, fueron incapaces de hacer un distingo real entre la astronomía y la meteorología; suponían que los cuerpos celestes eran pequeños en comparación con la Tierra. Dos siglos de aplicación de las matemáticas a la astronomía cambiarían todo esto. Casualmente, Aristóteles ya pudo hacer notar que: «La masa de la Tierra es infinitesinal en comparación con todo el universo que la rodea» (*Metereología*, 340 *a*).

Del mismo modo, mientras los jónicos podían sin temor inferir fenómenos celestes a partir de los que ocurrían en la tierra, Aristóteles sentía que ya no podía hacer lo mismo. «Es absurdo —dice— suponer mudanzas en el universo porque haya en la Tierra pequeños e insignificantes cambios, pues el tamaño de la Tierra es insignificante en relación con el universo todo» (*Ibíd*., 352*a*). Aristóteles pudo fundamentar así en descubrimientos astronómicos, entonces recientes, su incorrecta filosofía celeste. La ciencia no avanza siempre con el mismo ritmo, sino que, como los planetas, ora se apresura, ora se detiene, y aun a menudo parece volver atrás.

LA VISIÓN DEL ALMA Y LA DEL CUERPO

El segundo triunfo que debemos reconocer a los pensadores preplatónicos es el progreso realizado hacia la concepción de la ciencia positiva, así como también el

haber iniciado una teoría correcta del papel desempeñado por la observación y la experimentación en la estructuración de esa ciencia. ¿Cuál fue la actitud de Platón ante esta nueva costumbre de interrogar a la naturaleza para arrebatarle sus secretos? En general, debemos admitir que se opuso a ella, y es frente a la astronomía y a la acústica cuando lo demostró más claramente. Analizaremos sucesivamente estos dos hechos.

En su diálogo *Fedón*, donde expone su teoría de la inmortalidad del alma, Platón hace decir a Sócrates: «Si alguna vez hemos de saber algo plenamente, debemos estar libres del cuerpo y contemplar la verdadera realidad sólo con la visión del alma… Mientras vivamos, estaremos más cerca del conocimiento si evitamos, en cuanto nos sea posible, el intercambio y la comunión con el cuerpo, excepto en lo que sea absolutamente necesario y no esté contaminado por su naturaleza. Mantengámonos libres de él hasta que Dios mismo nos libere».

Es indudable que Platón permitía que este deseo —ser libre del cuerpo y contemplar la verdadera realidad con los ojos del alma— influyera sobre su concepto de la investigación. Reprimió el impulso investigador en la física y anuló todo entusiasmo por la abstracción matemática. Platón era de aquellos que estaban preparados para escuchar a Parménides; como éste, desconfiaba del ojo ciego y del oído engañoso.

En *La República* (VII, 529, 530), refiriéndose a la astronomía, nos advierte que «el cielo tachonado de estrellas que contemplamos está forjado sobre un firmamento visible; por consiguiente, aun siendo la más hermosa y perfecta de las cosas visibles, debe ser necesariamente considerado muy inferior al movimiento puro de la celeridad absoluta y de la lentitud absoluta… Éstas han de ser aprehendidas por la razón y la inteligencia, y no por la vista… El cielo estrellado debe considerarse como modelo, con miras a un conocimiento más elevado…; pero un verdadero astrónomo no debe imaginar nunca que hayan de ser eternas y no sufran variaciones las proporciones del día y la noche, o de ambas con el mes, o de éste con el año, o de las estrellas a éstos o entre sí, o que cualquier otra cosa que sea material y visible pueda ser eterna e inmutable. Esto es absurdo, y es igualmente absurdo desvivirse por establecer su exacta verdad. En astronomía, como en geometría, debemos utilizar problemas, abandonar a los cielos, si queremos conducir el tema por su verdadera senda».

Su actitud frente a la acústica experimental es tan hostil como frente a la observación en astronomía. A continuación del pasaje sobre astronomía que acabamos de citar, pone en boca de Sócrates lo siguiente: «Los maestros de armonía comparan los sonidos y las consonancias que se *oyen*; su tarea es tan vana como la de los astrónomos. A lo que Glauco agrega: ¡Cielos! ¡Es tan divertido escucharlos hablar de las notas condensadas, como suelen llamarlas!… Ponen sus oídos junto a las cuerdas en toda su longitud, como quienes tratan de escuchar a través de una pared lo que ocurre en la casa vecina. Algunos dicen que distinguen una nota intermedia, y que han encontrado el intervalo menor, que debe ser la unidad de medida; otros

insisten en que dos sonidos se han deslizado en uno: *todos anteponen el oído a la comprensión*».

Sócrates aprueba esto: «¿Te refieres a estos señores que golpean y torturan las cuerdas, y las despedazan en las clavijas de los instrumentos?… están tan equivocados como los astrónomos; investigan el número de las armonías que se *oyen*; pero nunca llegan al fondo de los problemas». Dos hechos se advierten en lo expuesto: en primer lugar, existía cierto grado de investigación sistemática; en segundo lugar, Platón estaba en completo desacuerdo con ello.

Nuevamente, como en la cuestión de revivir la le en la divinidad de los astros, *Platón significa una reacción*. Pero también, como lo hemos hecho antes, debemos decir algo en su descargo. Platón no aportó nada a la ciencia en cuanto a la observación y la experimentación; es dudoso que la matemática le deba algo. El juicio de Heath con respecto a sus conocimientos matemáticos es que «apenas si parece haber estado al día» (*Ob. cit.*, pág. 294). Sin embargo, contribuyó a la filosofía de las matemáticas. Lo que más lo fascinó fue el significado de aquellas verdades matemáticas que parecen ser independientes de la experiencia. En *La República* (VI, 510), refiriéndose a los geómetras, dice que «éstos utilizan las figuras visibles y discurren sobre ellas. Al hacer esto no piensan en esas figuras sino en lo que representan; por eso el objeto de sus razonamientos es el cuadrado —o el diámetro— absoluto, y no el que dibujan». Al distinguir este tipo de conocimiento, del que parece ser dependiente por entero de la actividad sensorial, Platón hace una contribución fundamental a la epistemología. Esta preocupación suya debe justificar, si algo puede justificarla, su hostilidad hacia la geometría práctica en grado tal, que le hace considerar la simple construcción de figuras como esencialmente antagónica al verdadero estudio del tema.

FILOSOFÍA Y TÉCNICAS

Refiriéndose al tercer punto, es decir, a la conexión entre la filosofía y las técnicas, que tan fructífera se mostró en períodos anteriores, comprobamos que la contribución de Platón fue nula. Preocupado por problemas teológicos, metafísicos y políticos, y no creyendo en la posibilidad de una ciencia de la naturaleza, Platón apreció muy poco las vinculaciones entre el pensamiento griego y la práctica griega, que habían sido tan notables en épocas anteriores.

Estas vinculaciones fueron numerosas; la astronomía no fue, desde luego, considerada como una mera curiosidad, sino que se la estudió para resolver los muchos problemas que dependían de ella, y que Platón despreciaba: la relación exacta entre la duración del día y de la noche, de ambas con el mes y de los meses con el año. De la resolución de estos problemas dependía el mejoramiento del calendario; de esta mejora, el perfeccionamiento de la agricultura, la navegación y la

conducción toda de los asuntos públicos. Tampoco tenía el estudio de la geometría, fuera de la Academia, el propósito único del bien del alma, sino que se la estudiaba en relación con la agrimensura, la navegación, la arquitectura y la ingeniería. La ciencia mecánica fue aplicada al teatro, a la guerra, a la construcción de diques y arsenales, a las canteras, y dondequiera que hubiese una construcción en marcha. La medicina fue un ejemplo notable de ciencia aplicada. Fue el estudio científico del hombre en su medio, con vistas a promover su bienestar. En cambio, el programa político propuesto por Platón en *La República* y en *Las Leyes* carece por completo de la comprensión del papel de la ciencia aplicada al mejoramiento del destino de la humanidad. En ambas obras se preocupa únicamente del problema del gobierno de los hombres, y nada dice del problema del control del medio material. Por eso, estos trabajos, si bien plenos de inventiva política, carecen de ciencia natural.

Platón lleva al extremo esta hostilidad o indiferencia hacia la ciencia implícita en las técnicas. Característica de los científicos jónicos fue la valoración de los grandes inventores como Anacarsis, quien inventó el fuelle y perfeccionó la construcción del ancla, o Glauco de Quíos, quien inventó el soldador. Ellos fueron ejemplo de inventiva humana en épocas anteriores; sin embargo, Platón (*La República*, X, 597) no creyó que un artesano pudiera crear algo. Debía esperar que Dios inventara su Idea o Forma. Así, Platón decía que un carpintero sólo podía hacer una cama fijando la visión de su alma en la Idea de la cama hecha por Dios. Teodoro de Samos, que inventó el nivel, el torno, la escuadra y la llave, era así despojado de su originalidad y de sus títulos de gloria; y Zópiro, inventor del *gastrophetes* —ballesta apoyada en el vientre— había robado la patente a Dios.

Los defensores de la moderna teoría de la evolución se encuentran confundidos ante las afirmaciones del Antiguo Testamento de que las diversas especies de plantas y animales, tales como hoy existen, fueron creadas por Dios. No menos confundidos se encontrarían los técnicos de la antigüedad de que se les dijera que debían esperar la iniciativa divina antes de crear o mejorar cualquier invento técnico, pues la etapa alcanzada por el desarrollo técnico formaba parte de un plan divino.

Platón fue aún más lejos en su desprecio por el valor intelectual del técnico. Éste no sólo fue despojado de su reputación de inventor, sino que se le negó que poseyera verdad científica alguna en el arte de la fabricación. Con un recurso ingenioso de sofisticación, Platón prueba en el mismo pasaje de *La República* que quien posee el verdadero conocimiento científico de una cosa no es quien la *hace*, sino quien la *usa*. El usufructuario, que es el único que posee la verdadera ciencia, debe impartirla al fabricante, para que éste tenga así «la correcta opinión».

Esta doctrina exalta la posición del consumidor en la sociedad y reduce la jerarquía del productor. La importancia política de esto, en una sociedad en la que había propietarios de esclavos, es evidente. A un esclavo que hace objetos no se le puede permitir que sea poseedor de una ciencia superior a la del amo que los utiliza. Esto constituye una barrera efectiva contra el avance técnico y contra la verdadera

historia de la ciencia. Platón ha preparado el camino para la concepción grotescamente antihistórica, que fue más tarde corriente en la antigüedad, de que los filósofos habían sido los creadores de las técnicas, que luego enseñaron a los esclavos.

¿Por qué pensaba Platón de esta manera? Él fue uno de los mejores cerebros que la historia registra. ¿Por qué sus razonamientos conducen a veces a conclusiones tan equivocadas? No es difícil responder a estos interrogantes. Aunque será mejor analizado en el último capítulo de esta primera parte, es suficiente decir aquí que el pensamiento de Platón fue corrompido por su aquiescencia para con la sociedad esclavista en que vivía. Platón y Aristóteles se lamentaban de que aún hubiera libertad de trabajo. Aristóteles, en su *Política* (libro I, cap. XIII) hace notar «que el esclavo y su amo tienen una existencia en común, en tanto que el artesano mantiene una relación menos estrecha con el amo, y participa de la virtud sólo en la medida en que participa de la esclavitud».

Platón en sus *Leyes* (806 d) organiza la sociedad sobre la base de la esclavitud. Al hacerlo plantea un interrogante trascendental: «Hemos hecho excelentes arreglos para liberar a nuestros ciudadanos de la necesidad de realizar trabajos manuales. Las tareas de las artes y los oficios han sido delegadas en otros; la agricultura ha sido entregada a los esclavos a cambio de que nos garanticen una retribución suficiente para vivir de un modo acomodado y decoroso. ¿Cómo organizaremos ahora nuestra vida?». Cuestión más pertinente hubiera sido preguntarse: «¿Cómo reorganizará nuestro pensamiento esta nueva forma de vivir?». Pues esta nueva forma de vivir trajo una nueva forma de pensar, que, por otra parte, demostró ser enemiga de la ciencia. A partir de este momento resultó difícil sostener que el verdadero conocimiento podía ser alcanzado interrogando a la naturaleza, pues todos los instrumentos y procedimientos utilizados para someter la naturaleza a la voluntad del hombre eran de incumbencia de los esclavos, aunque así no lo reconociera la filosofía política de Platón y Aristóteles.

Hemos examinado los aspectos del platonismo que significaron una reacción contra la ciencia jónica; sin embargo, Platón tenía todavía una importante contribución que hacer en otro campo. Ya era vieja la cuestión de si la razón o los sentidos eran el verdadero camino hacia el conocimiento. Platón se había pronunciado categóricamente por la razón. Los hombres de ciencia estaban de acuerdo en que la razón no podia contribuir a nada sin la evidencia de los sentidos. Platón no podía eludir la discusión, y en dos diálogos: el *Teeteto* y el *Sofista*, su manera de tratar el tema arrojó resultados de importancia clásica.

En el primer diálogo, abandonando la actitud intransigente del *Fedón*, Platón está dispuesto a admitir que los datos de las sensaciones son los elementos materiales del conocimiento, pero insiste (como lo habían hecho otros autores anteriormente) en que la sensación no es en sí misma conocimiento. Analiza aquí el problema de modo más completo que sus predecesores, los médicos hipocráticos, cuyas opiniones hemos

citado. Platón distingue claramente entre percepción sensorial y pensamiento, y enseña que el conocimiento es el resultado de la acción de éste sobre aquélla. Podemos transcribir sus propias palabras: «Las sensaciones simples, que alcanzan al alma a través del cuerpo, son dadas por la naturaleza al hombre y a los animales cuando nacen; pero sólo por la educación y la experiencia pueden ser lenta y laboriosamente interpretadas en toda su esencia y eficacia».

He aquí un pensamiento muy estimable y muy claramente explicado. Hasta puede argumentarse que Platón, si hubiera sido capaz de seguir la senda de su pensamiento hasta su lógica conclusión, hubiera encontrado que toda su filosofía se derrumbaba tan dramáticamente como el descubrimiento de la irracionalidad de $\sqrt{2}$ derrumbó la física de los números de los pitagóricos. Pues es evidente que si la fuente y el desarrollo del conocimiento son como Platón nos los describe, es decir, reflexión de simples sensaciones maduradas por la educación y la experiencia, entonces la conciencia humana es condicionada desde afuera, por la naturaleza y la sociedad, y no consiste en que el alma perciba las verdades eternas. Si Platón hubiera seguido esta línea de pensamiento, habría tenido que admitir con los jónicos lo que su fuero interno conocía con certeza: la vinculación entre la práctica y el conocimiento humano; en suma, que hubiera estado peligrosamente cerca de adoptar las opiniones de Demócrito. Pero ha llegado el momento de terminar con las especulaciones acerca de lo que Platón hubiera podido decir, y debemos ahora referir lo que realmente dijo.

Como ya hemos visto, Platón había llegado a la conclusión de que los sentidos eran órganos que permitían a la *mente* aprehender a la Naturaleza. Daremos a continuación, en forma condensada, los pasos ulteriores de su razonamiento: «No vemos con los ojos, sino a través de ellos; no oímos con los oídos, sino a través de ellos, y ninguno de los sentidos puede por sí solo distinguir entre su propia actividad y la de otro sentido»: concepción nueva y aguda de la que no se hace mención en los escritos hipocráticos. «Algo debe de existir que vincule a ambos sentidos, llámese alma o como se quiera, con lo cual percibimos verdaderamente todo lo que nos lleva *a través* de los sentidos. Es el alma —*o psyche*— la que nos informa un órgano sensorial, de las de otro».

Su contribución en este terreno es de gran importancia. Platón tenía aún otras por hacer. Señaló que tenemos otras actividades psíquicas que dependen menos directamente del estímulo sensible que las que acabamos de ver. Ellas son: el recuerdo, la esperanza, la imaginación y las actividades superiores de la mente, por las que captamos los argumentos matemáticos y lógicos, o concebimos ideas absolutas, tales como el Bien, la Belleza y la Verdad. No es necesario admitir el concepto de Platón de que esas facultades prueban la inmortalidad del alma y su independencia del cuerpo para reconocer que elevó el problema de la conciencia a un nivel más alto.

En el *Sofista* se insiste sobre la materialidad del alma. Se plantea a los materialistas este dilema: ¿admiten o no la existencia del alma, y que algunas almas

son sensatas y buenas, en tanto que otras son torpes y malas? Si responden que sí, como deben hacerlo, tendrán que responder luego si esto no implica que la sensatez y las demás virtudes son algo, y si son cosas que pueden ser vistas o tocadas. Pueden tratar de salvarse diciendo que el alma es una cualidad del cuerpo, pero les será difícil sostener que la sabiduría sea una cualidad del cuerpo. Si se los lleva a admitir que algo puede *ser*, sin corpóreo, la cuestión está ganada.

No podemos insistir más en esta primera etapa de la controversia ya antigua de la naturaleza del alma, pero es oportuno agregar que conocemos la respuesta que dieron los materialistas. Los epicúreos nos la han legado. Dijeron: sí, admitimos, por supuesto, la existencia del alma, de la mente y de las virtudes y defectos. Negamos solamente su existencia extraña a toda estructura física y fisiológica y «distante del cuerpo y de la sangre». (Lucrecio, III, 788-9).

En conclusión, Platón no sólo no hizo aporte alguno a la ciencia positiva, sino que contribuyó a desalentarla. Esto no significa que no hiciera aportes al pensamiento. Fomentó el estudio de la matemática, elemento esencial de la concepción científica moderna. Desarrolló el estudio de la lógica más que todos los pensadores que le procedieron. Su crítica al papel de la percepción sensorial y de la mente en el proceso del conocimiento de lo exterior, hizo época.

La fundación de la Academia fue una contribución notable a la concepción de la ciencia como esfuerzo organizado y cooperativo. Su larga serie de diálogos, que abarcan variados aspectos de la vida y del pensamiento humano, con lengua je tan sutil y potente, constituye un legado imperecedero para la humanidad. Los errores de su manera de pensar los comprenderemos mejor y los juzgaremos con más acierto cuando advirtamos en ellos los errores de la época, pues lo más estimable y lo primordial en Platón fue su esfuerzo por pensar como ciudadano, bien que como ciudadano reaccionario de una sociedad decadente. Su sentido de las proyecciones sociales y políticas del pensamiento humano en todas las cuestiones terrenales es lo que refuerza su pensamiento, al par que le da vida, complejidad, pasión y peso. Cuando vemos que él, que estaba dotado de tan luminosa mentalidad, contribuyó a oscurecer el conocimiento de la época, advertimos en sus crisis personal la crisis de la sociedad antigua. Le faltó la serenidad de la época anterior, cuando pensar significaba prever progresos para la humanidad. Cuando miraba al futuro sentía miedo, pero no estaba por encima del conflicto. Distaba mucho de ser el filósofo puro que sus defensores contemporáneos nos presentan, ajeno a toda consideración de lugar y tiempo. En verdad, sólo merced a su compenetración con los problemas políticos pudo aportar una importante contribución a nuestro conocimiento de las condiciones de trabajo en el mundo griego de su tiempo. En varios de los pasajes suyos que hemos citado es posible advertir su preocupación por la organización del proceso laboral. Tan notable es su interés, que Glotz (*Ancient Greece at Work*, Londres, 1926, pág. 220) ha podido sostener con cierto fundamento que el genio de Platón proporcionó a las ciencias económicas, por primera vez, una teoría de la división del

trabajo.

P.-M. Schuhl (*Remarques sur Platón et la Technique* en Estudios de Historia de la Filosofía, Fasc. I, Tucumán, 1957 pp. 227-33) va incluso más lejos. Documenta la infatigable curiosidad de Platón por las técnicas y su capacidad para analizarlas y reivindica a Platón como fundador real —o, al menos, precursor— de la tecnología. Creo que todo esto es cierto. Pero, tal como el mismo Schuhl aceptaría, esto no altera el hecho de que la teoría de Platón sobre la división del trabajo implicaba la negación de la ciudadanía al artesano. Ésta es una especialización funcional de desastrosas consecuencias para la democracia y para la ciencia.

NOTA BIBLIOGRÁFICA

Ver también P.-M. Schuhl, *Máchinisme et philosophie*, 2.ª ed., París 1947; y *Formation de la pensée grecque*, 2.ª ed., París, 1949.

CAPÍTULO VIII

ARISTÓTELES

Nos hemos referido a Platón considerándolo como el primer filósofo cuya obra completa se ha conservado. Aristóteles fue a la vez un gran filósofo y un hombre de ciencia notable; y también su obra se ha conservado completa. Fuera de las obras hipocráticas, que difícilmente se pueden atribuir a autores determinados, y representan más bien a una escuela que a un hombre, la obra aristotélica es la primera colección de escritos científicos que ha sobrevivido. Aristóteles es el más antiguo hombre de ciencia griego cuyos trabajos pueden ser debidamente estudiados en su forma original. Desde Tales hasta Demócrito dependemos de fragmentos, de referencias posteriores y de comentarios; en cambio, de la pluma de Aristóteles han llegado hasta nosotros voluminosos tratados.

Sin embargo, aunque la obra de Platón y Aristóteles ha sobrevivido, muy diferente fue la suerte de ambos. Poseemos toda la obra de Platón, que él había preparado para publicar; sólo conjeturas podemos formular sobre los temas de sus clases en la Academia. Aristóteles escribió y publicó diálogos que se han perdido cuando era todavía miembro de la Academia. Lo que sí conservamos es la esencia de las clases que dio como director de su propia institución, el Liceo. La obra de Aristóteles que poseemos está compuesta de tratados técnicos; con excepción de pasajes aislados de interés general y de forma excepcionalmente elaborada, Aristóteles es menos legible que Platón.

Sin tener en cuenta a algunas obras menores, podemos clasificar los escritos de Aristóteles en cuatro temas: l.º) físicos, 2.º) lógicos y metafísicos, 3.º) éticos y políticos, 4.º) biológicos. *Los tratados físicos* son, desde el punto de vista de la ciencia moderna, los menos satisfactorios, se hallan bajo la influencia de la filosofía teológica de la Academia. *Los tratados lógicos y metafísicos* representan un gran esfuerzo de revisión crítica de su predecesores, especialmente de Platón. El verdadero resultado de la crítica aristotélica es la transformación de la teoría ideal en un instrumento para el estudio de la naturaleza. Para Aristóteles, las Ideas o Formas no existen fuera de la otra existencia. La ciencia consiste en hallar las Formas permanentes, que son la esencia de los fenómenos cambiantes de la naturaleza. No corresponde que nos ocupemos aquí directamente de sus *tratados de ética y política*, pero digamos que son de gran importancia, puesto que nos revelan los vínculos, numerosos e íntimos que hay entre la concepción aristotélica de la naturaleza y sus concepciones sobre la sociedad. Su contribución a la ciencia fue máxima en *Biología*. Se ha dicho que es la mayor contribución a la ciencia jamás hecha por hombre alguno.

Naturalmente, la historia del pensamiento de un hombre como Aristóteles, si

pudiéramos obtenerla, sería de un interés extraordinario. Confiemos en que —a grandes rasgos— la poseamos en efecto, aunque sólo últimamente haya sido bien comprendida. Es de considerable interés. Pero, ¿cómo podemos cerciorarnos de que en verdad la conocemos? y ¿cómo permaneció ignorada tanto tiempo?

Compréndase que el interés por la historia del pensamiento de un individuo es un problema moderno. Platón nos ha legado un voluminoso relato de la vida y las conversaciones de Sócrates. En vano buscaremos en él una referencia inteligible respecto a la evolución del pensamiento de su héroe. Sócrates era el hombre más sabio que Platón había conocido. Éste lo hizo vehículo de su propia sabiduría; no fue para Sócrates lo que Boswell para Johnson. Plutarco también nos ha legado una galería de retratos de los grandes hombres de Grecia y Roma en la que no hubo lugar para nadie que no fuera general u hombre de estado. En el índice no figura ningún artista, ningún filósofo, ni ningún hombre de ciencia. No fueron lo que hoy entendemos por biografías las que escribió Plutarco, sino más bien historia militar y política desde un nuevo ángulo: el de los individuos participantes.

Lo mismo puede decirse de su imitador romano, Cornelio Nepote. La gran crisis del mundo griego, el derrumbe del paganismo y la evolución de la cristiandad, inauguró un cambio. En las *Meditaciones* de Marco Aurelio y en las *Confesiones* de San Agustín tenemos los elementos de historias del pensamiento, pero éstos no han dado grandes frutos. Cuando el mundo cristiano cobra forma volvemos a tener abundante literatura biográfica, pero las *Vidas de los Santos* no son sino en un sentido muy superficial historia del pensamiento de esos hombres. Son relatos esquematizados de la actividad de la gracia divina. El Humanismo fue el que señaló el nacimiento de la biografía en el sentido moderno.

Mucho antes de esto, sin embargo, Aristóteles —un Aristóteles sin desarrollo intelectual— había venido a ser parte de la cultura europea. Los escolásticos medievales elaboraron la teología cristiana sobre la base de la obra aristotélica. Los hombres de ciencia del Renacimiento aceptaron o rechazaron los conceptos de Aristóteles. En ambos casos, «Aristóteles» significaba todo lo que había sobrevivido con el nombre de Aristóteles. Toda su producción tuvo igual autoridad. Nadie supo en qué orden había sido escrita, ni se molestó en averiguarlo. Ésta es la razón de por qué la historia del pensamiento de Aristóteles no nos fue revelada.

La reconstrucción detallada del orden en que fue escrita la obra de Aristóteles, no es fácil, y probablemente es imposible. Aristóteles desarrolló para sus alumnos del Liceo una variada gama de temas, por espacio de muchos años. Los cursos de todos esos temas se gestaron bajo su dirección. Unos son anteriores a otros, y existen entre ellos muchas referencias recíprocas; sin embargo, su secuencia natural es clara. La buena acogida dispensada por W. D. Ross (*Aristotle*, página 19) al orden de composición sugerido por Werner Jaeger en su *Aristóteles*, constituye un juicio definitivo, dado lo autorizado de su opinión. En esa ordenación, el desarrollo intelectual de Aristóteles corresponde a los acontecimientos exteriores de su vida.

Aristóteles era hijo de un médico de la corte de Filipo II de Macedonia. Sin duda se esperaba que seguiría la carrera de su padre. Era casi seguro que, de acuerdo con la práctica de la época, sería iniciado en el arte de su progenitor. Si así fuera, de niño, habría tenido oportunidad de comprender el doble aspecto de la medicina hipocrática, que, como ya hemos visto, fue a la vez ciencia y técnica. Habría concebido el arte de curar como un cuerpo de ciencia positiva siempre creciente y, como a futuro practicante de ese arte, se le habría enseñado a hacer sangrías, a vendar heridas, a poner cataplasmas y a realizar muchas otras operaciones médicas simples. Más tarde, cuando tuviera alrededor de diecisiete años, se trasladaría a la Academia de Atenas para introducirse en un mundo intelectual y espiritualmente diferente. Allí recibiría una iniciación en matemática pitagórica, que probablemente iría seguida de una rigurosa práctica en dialéctica. Se le enseñaría a comprender las cosas como Parménides lo había aconsejado: no a través de los sentidos, sino a través del razonamiento. Aceptaría la máxima de Parménides, de que la lógica y la realidad se identifican. La meta de su ambición ya no sería conocer la naturaleza, sino lo absoluto, y meditaría largamente estas palabras de Sócrates en el *Fedón*: «Si hemos de saber algo totalmente, debemos estar libres del cuerpo, y contemplar la verdadera realidad sólo con la visión del alma».

Junto con esta iniciación a la filosofía idealista, Aristóteles aprendería en la Academia a despreciar las técnicas. Si en la niñez aprendió a usar sus manos para curar, allí se le enseñaría que emplearlas, aunque sólo sea en hacer modelos físicos de objetos matemáticos, era cosa vulgar de la que debía avergonzarse. Tal vez Aristóteles no necesitaba esta lección. Su aprendizaje anterior de cirugía no sería óbice para que participara del creciente prejuicio contra el trabajo manual en general. Lo importante para su carrera posterior de biólogo fue que por lo menos en esta especialidad no se avergonzó de usar sus manos.

Aristóteles permaneció casi veinte años en la Academia. Jaeger ha señalado que un pupilaje tan prolongado, en quien se distinguió por su originalidad, no tiene paralelo en la historia intelectual del hombre. Debemos recordar que Aristóteles era un autor reputado cuando todavía era miembro de la Academia. Ross nos recuerda que: «las escuelas antiguas de filosofía eran instituciones de hombres unidos por un espíritu común, que compartían las mismas opiniones fundamentales, pero que proseguían sus propias investigaciones con cierta independencia».

Es evidente que mientras Aristóteles era aún miembro de la Academia, criticó algunos aspectos del platonismo, y en el año 348, cuando murió Platón y la dirección de la Academia fue ocupada por su sobrino Espeusipo, las discrepancias de puntos de vista fueron aún más notables. Aristóteles lamentó la tendencia de la Academia a «desviar la filosofía hacia la matemática», y se alejó de ella. Tendría entonces treinta y siete años. Los trece años siguientes los pasó fuera de Atenas, principalmente en Assos y en Mitilene.

Muchas de sus investigaciones en biología pertenecen a esta época. Huyendo de

Atenas y de la matemática, se refugió en Jonia y en la historia natural. ¡Ojalá supiéramos más de sus relaciones y de la potencia de la vieja tradición jónica! Después, en el 334, próximo a los cincuenta años, volvió a Atenas, y en el Liceo instaló su propia escuela. Durante los doce años siguientes, mientras dirigió el Liceo, completó la maravillosa obra que conocemos. En el 323 abandonó nuevamente Atenas, y al año siguiente murió. El conflicto íntimo que trasunta su obra, en destellos de drama espiritual bajo el frío exterior tecnicista, se debe a la combinación de su respeto por el idealismo platónico, con su devoción por la investigación positiva. Dice Ross: «Si nos preguntamos cuáles fueron las condiciones psicológicas más probables del orden en que Aristóteles escribió su obra, deberíamos responder que, verosímilmente, su obra refleja un alejamiento progresivo de la influencia platónica. Su evolución fue desde la abstracción hacia el interés profundo por los hechos concretos, tanto de la naturaleza como de la historia; y tuvo la convicción de que la "forma" y el significado del mundo han de encontrarse fuera de él, sino identificados con su "materia"».

Hace ciento cuarenta años, el famoso platonista Thomas Taylor resumió las diferencias generales entre ambos filósofos, haciendo notar que Aristóteles, aun cuando se ocupó de la teología, lo hizo con criterio materialista, en tanto que Platón consideró hasta los hechos materiales con criterio teológico. Esta física teológica de Platón fue expuesta en su famoso —o notorio— diálogo *Timeo*, que es a la vez el mejor premio a los tratados físicos de Aristóteles: parte primera y más platónica de las que conservamos de su obra.

Platón en este diálogo nos brinda su concepción del mundo, y constituye la culminación de la filosofía teológica de la tradición pitagórica. En él nos dice que el mundo fenoménico es imagen del mundo eterno, y que la bondad de Dios es la causa de la creación de este mundo fenoménico sobre el modelo del mundo eterno. En otras palabras, sus principales temas los constituyen la providencia y la teología. Argumenta a priori que el mundo es uno, que tiene la forma de una esfera perfecta, que necesariamente esta hecho de los cuatro elementos: Tierra, Aire, Fuego y Agua, y que tiene alma. Nos dice luego que los seres humanos están hechos igualmente con los cuatro elementos, y que asimismo contienen almas. Estas almas han sido instruidas divinamente en la ley moral del universo. El propósito de Dios, al dotar a los hombres de vista y oído, fue que pudieran aprender de la astronomía y la música el ejemplo de la ley y el orden, para utilizarlos en sus propias vidas.

El pasaje siguiente, que explica por qué el mundo tuvo que ser hecho de cuatro elementos, nos aclarará el significado de las palabras de Thomas Taylor, cuando dijo que Platón trataba a la física teológicamente. «Lo creado, siendo corpóreo, ha de ser visible y tangible. Sin el fuego, nada visible puede crearse; nada tangible, sin solidez; nada sólido, sin tierra. Dios, al principio de la creación, hizo el universo con fuego y tierra. Dos elementos no pueden unirse sin un tercero; debe existir el vínculo que los una… Si el universo hubiera podido ser un plano, cualquier elemento intermediario

hubiera bastado para unirlo entre sí y consigo, pero como en realidad el universo hubo de ser sólido, y los sólidos siempre deben estar unidos, no por un elemento intermediario, sino por dos, por eso, Dios introdujo el agua y el aire entre la tierra y el fuego, y los hizo —en la medida en que fue posible— proporcionales unos a otros. El aire fue al agua, lo que el fuego al aire; y el agua a la tierra, lo que el aire al agua». La varita mágica de los matemáticos pitagóricos transformó la filosofía natural de los jónicos en teología.

La constitución de los seres humanos es tratada con el mismo criterio apriorístico, por lógica verbal. La patología de la mente y del cuerpo es deducida de la visión general de la estructura del universo, en la forma censurada mucho antes por el autor de *De la Medicina antigua*. A modo de final, la existencia de las mujeres y de los otros animales inferiores ¡se explica por una doctrina de degeneración progresiva de algunos hombres! «De los hombres creados al principio, los que observaron una conducta cobarde e injusta renacieron en la segunda generación como mujeres; por eso los dioses infundieron en esa oportunidad el deseo de copular. Las bestias que andan a cuatro patas descienden de los hombres completamente ignorantes de los temas de la filosofía y que no contemplaron jamás los cielos».

Al llegar a estos extremos, es probable que Platón ensayara una incursión en lo humorístico, pero debe señalarse que los dardos de su ingenio fueron dirigidos contra los antiguos pensadores jónicos. Anaximandro, anticipándose a conceptos modernos y basándose en evidencias, había sostenido que el hombre descendía del pez; paralelamente, Platón sostuvo que los peces eran descendientes de los hombres. «La cuarta clase de animales, los que viven en el agua, provienen de los hombres más necios» —y prosigue— «y si locos como Anaximandro se convirtieron en peces, otros filósofos se transformaron en pájaros. Los pájaros provienen de la deformación de hombres no dañinos, pero de escaso ingenio, que prestaban atención a las cosas de los cielos, pero que *en su simplicidad suponían que la mejor evidencia era la del ojo*».

Pero en el *Timeo* Platón no se limitó a protestar contra el uso de los sentidos, ni fue éste siquiera su objetivo principal. Su polémica contra la filosofía de los antiguos jónicos se extiende a la negación de las explicaciones de los fenómenos naturales que, como hemos visto, éstos habían deducido de la técnica; y las sustituye por explicaciones deducidas de la matemática pitagórica y de la lógica de Parménides. Platón no podía admitir conceptos tales como la solidificación, la licuefacción, la inflamación, la coalescencia, la condensación, etc., es decir, los procesos físicos que los hombres utilizan en las técnicas. Lo que ofreció en su reemplazo puede advertirse en el siguiente pasaje típico:

«Cuando se estableció el ordenamiento del universo, Dios comenzó a proyectar en figuras y números las formas del fuego, el agua, la tierra y el aire, que hasta entonces, aunque mostrando algunos vestigios de su estructura, estaban en el estado que puede esperarse de la ausencia de Dios. *Hemos de aceptar como nuestro*

principio fundamental que Él los hizo como no lo fueron jamás, enteramente hermosos y buenos; tanto como pueden serlo. Lo que ahora debo descubriros es la estructura particular y el origen de cada uno de ellos. La argumentación será novedosa, pero vosotros habéis sido iniciados enrías ramas del conocimiento necesarias para comprender la explicación de mis proposiciones, y por eso seréis capaces de seguirme. Ante todo, es evidente para todos que el fuego, la tierra, el agua y el aire son cuerpos y, como tales, tienen volumen. El volumen está necesariamente limitado por superficies, y las superficies rectilíneas se componen de triángulos. Todos los triángulos derivan de dos; cada uno de éstos tiene un ángulo recto y dos agudos; uno de ellos tiene a cada lado un ángulo que es la mitad de un recto, comprendido entre lados iguales. El otro tiene a cada lado partes desiguales de un ángulo recto, comprendidas entre lados desiguales. *Por eso, a medida que proseguimos nuestra argumentación, que combina la necesidad con la probabilidad, postulamos que ésta es la fuente del fuego y de los otros cuerpos*. Las fuentes más recónditas que pudieran existir para estos cuerpos son conocidas sólo por Dios y por aquellos a quienes Dios ama». De esta manera, la naturaleza del fuego es explicada por las propiedades del triángulo escaleno. Tal argumentación es famosa en la historia; sin embargo, parece serlo menos que la de Plinio el Viejo acerca del papel del fuego en las técnicas.

Whitehead dice: «La característica más sobresaliente de la tradición filosófica europea es que consiste en una serie de anotaciones de la obra de Platón». Como la filosofía no nos incumbe aquí sino accidentalmente, no tenemos intención de discutir esta aseveración, y sólo deseamos prevenir contra el error de asignar a Platón tal importancia en la historia de la ciencia. Desde el punto de vista científico, el *Timeo* es una aberración.

Aristóteles, que nació en la época en que se dio a luz *La República*, era estudiante de la Academia a los veinte años, cuando se comenzaba a escribir el *Timeo*. Nos brinda esta obra la explicación del universo en que fue sistemáticamente educado. Hemos visto en el capítulo anterior cómo contribuyó Aristóteles a elaborar la astronomía teológica de Platón. Toda su física está también inspirada y viciada por el ideal platónico. No negaremos que haya en sus obras argumentos agudos: podemos recomendar a los lectores el capítulo VIII del libro II de la *Física*, donde demuestra el carácter teológico de la naturaleza; si no convincente, es, por lo menos, interesante. No falta la crítica de sus predecesores, que alcanza aun a Parménides y a Platón. Pero es el espíritu de ellos el que preside la obra. Es lo que Bacon llamaba *disquisiciones*; mas el lector moderno quiere evidencias, no argumentaciones.

> *Nur das Beispiel führt zum Licht;*
> *Vieles Reden thut es nicht.*

Lo mismo puede decirse de los otros tratados físicos. El principio fundamental de

Platón fue siempre que Dios había configurado las cosas para que fueran, en la medida de sus posibilidades, bellas y buenas. Sustituyendo a Dios por la naturaleza, ésta es la misma teleología que inspira, por ejemplo, el tratado de Aristóteles, *De los cielos*. El cielo es una esfera *porque* la esfera es una forma perfecta; describe un círculo, *porque* sólo el movimiento circular, por no tener principio ni fin, es eterno; y así sucesivamente. *De los cielos* es un ejercicio muy a la manera del *Timeo*.

Como ya hemos visto, Aristóteles se convenció cada vez más de la necesidad de la observación, y de la primacía de la clara evidencia de los sentidos, sobre cualquier argumento, aunque éste pareciera aceptable. Se pone en boca de Sócrates, en el *Fedón,* lo siguiente: «He resuelto refugiarme en los argumentos contra la confusión de los sentidos, para llegar por los argumentos a la determinación de la verdad de la realidad». No sin titubeos, Aristóteles invirtió los términos y confirió la primacía a la evidencia sensorial, cuando ésta prometía más exactitud.

Paralelamente, la observación muestra una firme tendencia a aumentar en sus tratados de física. *La Meteorología* es posterior entre sus trabajos de física, como se evidencia en el hecho de que el libro I comienza con un resumen del contenido de los trabajos anteriores, es decir, de la *Física*, el tratado *De los cielos* y *De la generación y la corrupción*. Ross, señalando que el contenido de este último tratado «llega a ser en gran parte estéril por la teorización apriorística», con justicia destaca, sin embargo, que «a través de toda la obra hay pruebas de una muy considerable dosis de observación».

En apoyo de esto citamos a continuación sus observaciones sobre el arco iris lunar, «El arco iris se ve de día, y anteriormente se pensó que nunca aparecería de noche como arco iris lunar. Esta opinión era debida a que este fenómeno se produce muy rara vez. No fue, pues, observado, porque aun cuando sucede, ello es poco común. La razón de esto es que los colores no son fáciles de ver en la oscuridad, y que muchos otros factores deben coincidir, y todos ellos en un solo día del mes. Porque, para que haya arco iris lunar, debe haber luna llena, y ésta debe estar saliendo o poniéndose. Por eso, sólo en dos ocasiones hemos visto el arco iris lunar, en más de cincuenta años».

Como ya hemos señalado, el problema de las pretensiones rivales de los sentidos y la razón ocupó la atención de Platón durante toda su vida, y en sus diálogos *Teeteto* y *Sofista* contribuyó notablemente a resolverlo. Este problema también perturbó a Aristóteles a través de todos sus trabajos sobre temas de física. En realidad, fue la fuerza conductora de su pensamiento en formación. En la segunda gran sección de su obra, los tratados de metafísica y lógica, encontramos su respuesta a él.

Quizá sea natural que quienes están especialmente interesados en el incremento del conocimiento científico positivo consideren este problema con relativa impaciencia. Esta impaciencia es injustificada, porque la aparición de la idea de ciencia positiva trae aparejado, necesariamente, el problema de la validez del conocimiento. Tan pronto como los hombres consideran conscientemente el problema

del Ser (de la existencia), se plantean inevitablemente el nuevo problema del Saber (de la conciencia). Lo que se aprehende por el pensamiento no es el dato directo de los sentidos; así, si llamamos por el único nombre de *estrellas* a un centenar de objetos que se hallan a la vista, lo hacemos por lo que ellas tienen de común, aunque todas son diferentes. Tan pronto como tratamos de definir lo que ellas tienen de común, hemos comenzado a filosofar. Si decimos con Tales, que todo lo que existe es Agua, nos hemos sumergido aún más profundamente en la metafísica. Las estrellas difieren en posición, pero son cosas más o menos semejantes; mas, ¿qué tienen de común el Agua, la Tierra, el Fuego y el Aire para que intentemos establecer una identidad en cosas tan manifiestamente diferentes? Prosiguiendo con esos problemas, la mente pronto crea por sí misma todo un edificio de conceptos, por medio de los cuales busca comprender a la naturaleza. El problema del Ser ha dado origen al problema del Saber.

La teoría de las Ideas, que asociamos al nombre del Sócrates platónico, fue un intento por resolver el problema del conocimiento. Saber cosas significa clasificarlas, esto es: definir lo que es esencial en ellas, cuál es su Idea o Forma. Esta Idea o Forma es el aspecto permanente e inteligible de las cosas. Como lo enseñó Heráclito, todo está en estado de fluir; pero lo que en verdad fluye, lo que cambia, es el elemento sensible de las cosas. El aspecto inteligible, la Idea, subsiste. Sólo la Idea tiene validez para el pensamiento.

Platón confiere a la Idea una existencia separada de la suya propia. Atribuye a la Idea una existencia real, y enseña que la única ciencia valedera es el conocimiento de las Ideas. Enseña que del mundo cambiante de los sentidos no debemos esperar formamos más que una correcta opinión».

Esta teoría idealista tiene sus aspectos *religiosos*, pues está vinculada con la creencia en la inmortalidad del alma. El alma inmortal, antes de incorporarse al cuerpo del hombre cuando nace, conoció los modelos eternos, o arquetipos, de las cosas. El cuerpo, con sus oscuras sensaciones, hace conocer solamente el fluir del mundo fenoménico.

La Teoría Idealista, tal como lo sostiene el autor de este libro, tuvo también su aspecto *social*. Fue una teoría de la clase ociosa. Fue una teoría sólo posible en hombres que pensaban en las cosas, pero que no actuaban sobre ellas. La Idea se separó de las cosas cuando el pensador se alejó del operario. Bacon observó este hecho y lo definió claramente. Llamó «leyes de acción simple» a las Formas de las cosas, y se empeñó en encontrar una ciencia que capacitara al hombre para actuar sobre la materia.

Ahora bien, el anhelo de *actuar* sobre la materia rara vez aparece en las obras de Aristóteles, exceptuando dos de ellas, la *Mecánica*, y el libro IV de la *Meteorología*, que trataremos más adelante, y que a causa de su tendencia práctica ha sido tenido por apócrifo. Desde el punto de vista práctico, la Teoría Idealista era inobjetable para ellos. Lo que molestó en cierto grado a Platón y desveló a Aristóteles fue que suponía

abandonar el intento de establecer una ciencia de la naturaleza, y constituía un obstáculo insuperable para ello. La visión del alma podía informarnos del mundo de las Formas, pero sólo los ojos podían aportar los datos necesarios para una ciencia de la Naturaleza.

La consecuencia del último pensamiento de Platón acerca de este problema fue un abandono tácito de la teoría de las Ideas, y su reemplazo por la distinción entre mente y materia. Platón tuvo el concepto de un mundo material, ya inmóvil, ya desordenado; enfrentada a éste, puso la Mente, que es la fuente de la vida y del pensamiento ordenado, y que da a la materia armonía, proporción e inteligibilidad. A esta división de la naturaleza en materia y mente corresponde la división del hombre en cuerpo y alma.

El mismo problema fue retomado por Aristóteles en su *Metafísica*. La obra es una investigación sobre la naturaleza de la realidad, y como Aristóteles estaba poniendo en práctica «un paulatino alejamiento de la influencia de Platón», el principal problema a considerar fue si las Formas platónicas existían, y en qué sentido. Su respuesta fue, para ser breves, que las Formas existen, pero siempre en inseparable unión con la materia. La hipostatización de las Ideas fue dejada a un lado y la Materia y la Forma aparecen como dos aspectos de la existencia.

Esto fue un gran progreso de la teoría idealista. El problema se aproxima aún más a la solución al ser englobado en una cuestión más amplia: la discusión general de la causa. Aristóteles se distingue de Platón en que más a menudo aludió a sus predecesores jónicos, sin olvidar siquiera el temido nombre de Demócrito. Trató de colocar en su marco histórico a la doctrina de la Academia y al desarrollo que de ella hizo. En toda la evolución del pensamiento sobre la naturaleza de las cosas, que va desde Tales hasta él mismo, Aristóteles, ve avanzar una cuádruple teoría de la causa. Los jónicos, con su búsqueda de un Primer Principio, trataban de encontrar la causa *material de las cosas*; los pitagóricos, con su insistencia en el número, aludían a la causa *formal*; Heráclito, con el papel activo que asigna al Fuego, y Empédocles, con su doctrina del Amor y del Odio, se preocuparon por hallar la causa *eficiente*. Sócrates, al sostener que la razón de que las cosas sean *así*, y no de otro modo, es que lo mejor es que queden como están, sugería la causa *final*. Toda explicación adecuada de la naturaleza debe reconocer este cuádruple carácter de la causa.

Esta nueva doctrina de la causa apenas hizo justicia al rico contenido experimental de las enseñanzas de los filósofos anteriores, pero facilitó el camino para nuevos avances en otros terrenos. Aristóteles creó, casi *ab initio*, una nueva ciencia, o técnica: la lógica. El objeto de esta ciencia fue determinar los límites de la validez del razonamiento, para llegar al conocimiento y la expresión de la realidad.

Mientras predominó la doctrina platónica de las Ideas no fue posible que se desarrollara la ciencia lógica, pues Platón no llenó el vacío existente entre las Ideas (único objeto de la verdadera ciencia) y el mundo fenoménico, que está fuera del alcance de la ciencia. La lógica de Platón no podía revelar el mundo natural. En

cambio, Aristóteles comprendió que la Idea no tenía existencia por sí misma, sino que lo que en verdad existe son cosas individuales concretas, unión de materia y forma. La única realidad es la «forma inmaterializada», puesto que la Forma, por no tener existencia separada, no puede ser aprehendida sino por el estudio de las cosas.

Para llegar a lo universal debemos estudiar lo particular; éste es el verdadero problema de la lógica.

Ahora bien, ¿cuáles son los procesos válidos para llegar a lo universal por el estudio de lo particular? ¿Cómo podemos encontrar la Forma en la Materia? Y en caso de encontrarla, ¿cómo podemos válidamente tratarla, utilizarla y extraer conclusiones de ella? Las doctrinas aristotélicas de la Inducción, la Definición y la Deducción, con todas las diversas formas del Silogismo, fueron la respuesta a esos nuevos interrogantes. La lógica de Aristóteles promovió el conocimiento del mundo material *tal cual es*; no contribuyó a *cambiarlo*.

Una evolución paralela se produjo en psicología. Así como la Materia y la Forma no podían tener existencia separada en el universo, tampoco en este microcosmos que es el hombre, el cuerpo y el alma podían existir independientemente uno de otro. Ya no se consideró al alma como a un extraño aprisionado temporalmente en el cuerpo, sino que alma y cuerpo fueron dos aspectos del ser vivo. La actividad de la mente no era diferente ni opuesta a la actividad de los sentidos, sino que, sin solución de continuidad, eran partes del mismo proceso vital.

Aristóteles, en su tratado *Del alma* analiza con perspicacia las bases fisiológicas de las diversas actividades del alma: imaginación, memoria, ensueños y pasiones. Para Aristóteles, los procesas mentales se convirtieron en psicofísicos. Este proceso debió haberse cumplido implicando la negación de la inmortalidad del alma. Pero Aristóteles demuestra a este respecto una reticencia particular. Una sola actividad del alma era para él puramente psíquica; hela aquí: las enseñanzas de sus *Metafísica* y *Lógica* habían reivindicado la pretensión de que podía existir una verdadera ciencia de la naturaleza, y de que fuera posible aplicar a las cosas un pensamiento valedero; pero también era posible pensar en el pensamiento. El pensamiento acerca del pensamiento no tenía contenido material alguno, sino sólo formal. Aristóteles pensaba, por eso, que ésta era la más noble actividad de la mente. El hombre, en la medida en que es capaz de esta actividad, puede llamarse inmortal. Pensando en el pensamiento, la parte eterna del hombre se vincula a lo eterno. La parte del alma que piensa en el pensamiento no puede morir. En una frase noble y patética de su *Ética*, Aristóteles incita al hombre mortal a ser «tan inmortal como le sea posible». La frase, al menos, es inmortal, en el sentido que nosotros los mortales damos a la inmortalidad.

El efecto de la crítica aristotélica a la teoría de las Ideas fue que hizo posible de nuevo la ciencia de la naturaleza. Negando existencia separada a la Idea, afirmando que la Idea existe sólo en la medida en que está incorporada al mundo material, hizo posible que la Idea proporcionara el conocimiento de las apariencias. La tarea del

investigador fue descubrir las Formas en el mundo material. Esta nueva concepción de las relaciones entre el Ser y el Conocer proporcionó las bases de su obra de biología, a la que dedicó los últimos doce años de su vida.

Publicó gran cantidad de trabajos referentes a ella; los más importantes son: *Historia de los animales, De las partes de los animales* y *De la generación de los animales*, basadas en parte en informaciones de segunda mano y en parte en la investigación personal. Menciona alrededor de 500 clases diferentes de animales. Disecó personalmente alrededor de 50 tipos diferentes. Y aquí tuvo buena ocasión para aplicar su novedosa lógica. La tarea de clasificar al reino animal de acuerdo con sus géneros y especies no fue sino la tarea de descubrir las Formas de la Materia. La biología fue el terreno prefigurado para la aplicación de la lógica aristotélica. No se trataba de modificar a las plantas ni a los animales. Su lógica no tuvo aplicación fructífera en la práctica química, salvo que le pertenezca el libro IV de la *Meteorología* (véase cap. VII).

Al dedicarse a las investigaciones biológicas, revela nuevamente conciencia de su alejamiento de la tradición de la Academia, a la que tan estrechamente se había ceñido en sus tratados físicos. Siente necesidad de defender sus innovaciones, pero su defensa es ahora firme y confiada. Escribe: «Los objetos naturales pertenecen a dos grandes clases: los inmortales, que no tienen principio ni fin, y los que están sujetos a la degeneración y a la decadencia. Los primeros son dignos de honrarse, pues son divinos, pero están menos al alcance de nuestra observación. Toda nuestra especulación sobre ellos, y nuestra aspiración a conocerlos, sólo en muy raras ocasiones pueden ser confirmadas por la percepción directa. Cuando dirigimos nuestra atención hacia las plantas y los animales perecederos, nos sentimos más capaces de llegar a conocerlos, pues habitamos su mismo mundo. Cualquiera que desee tomarse el trabajo necesario, puede aprender mucho de todas las especies que existen. Ambas investigaciones tienen su encanto. En el caso de los cuerpos celestes, poco podemos saber de su existencia, pues tan lejanos están de nuestro alcance; sin embargo, la veneración que se les tiene confiere a nuestro conocimiento de ellos un grado de placer mayor que el de cualquiera de las cosas que están a nuestro alcance: del mismo modo que para un amante es preferible la mirada casual y fugaz de su amada a la visión completa de muchas otras cosas apreciables. Pero los objetos terrestres tienen la ventaja, desde el punto de vista científico, de nuestro mejor y más completo conocimiento de ellos. En verdad, su vecindad a nosotros y nuestro parentesco pareciera que neutralizan los idéales de la filosofía divina, y, como ya he expresado mi opinión en el problema anterior, me resta tratar la biología, evitando las omisiones todo lo posible, sea grande o pequeño el honor en que ésta es tenida» (*De las partes de los animales*, I, 5). Este interesante pasaje, que habríamos deseado transcribir más extensamente si tuviéramos espacio, confirma la opinión de que la obra biológica, además de aparecer más tarde que la obra física, es la consecuencia de una nueva posición frente a la naturaleza y la observación.

Al mismo tiempo, en su búsqueda de las Formas en la naturaleza, Aristóteles conservó el método teleológico de interpretación, método que no tiene el apoyo de los biólogos más modernos. Aristóteles había distinguido cuidadosamente la causa Formal de la causa Final. En realidad, ambos conceptos se hallan estrechamente vinculados; las formas representan el aspecto inteligible de la naturaleza, su diseño al natural, a la vez que constituyen el elemento vivo. La Materia es inerte, pasiva; las Formas son activas e impulsan a la naturaleza a modelarse en ellas. La actividad toda de la naturaleza consiste en un extraer el orden del caos, imprimiendo la Forma en la Materia. En síntesis; las Formas no son más que un sinónimo de la Providencia o Dios, con lo que en última instancia la causa Final es indistinguible de la causa Formal.

De este modo reaparece con un ropaje más seductor el viejo modo socrático de explicación, según el cual las cosas son como son porque es para bien que así sean. Nos será de gran ayuda ilustrar lo que se acaba de decir. Elegiremos un ejemplo que otra vez ilustrará la gran divergencia que hay entre la visión de la naturaleza que dan los jónicos y la de los socráticos.

Ya nos hemos referido a la opinión de Anaxágoras, quien decía que fue la posesión de las manos la que hizo al hombre el más inteligente de los animales. Esta opinión lleva involucrada en sí la comprensión del papel de las técnicas en la evolución humana. Escuchemos ahora el argumento con el cual Aristóteles rechaza esta opinión: «De todos los animales, sólo el hombre es erecto, porque su naturaleza y su existencia son divinas. Pensar, ejercitar la inteligencia, es la característica de lo más divino. Esto no es fácil si gran parte del cuerpo está situada en el segmento superior, pues el peso hace perezoso el ejercicio del pensamiento y de la percepción. Por consiguiente, si el peso y el elemento corporal aumentan, los cuerpos deben inclinarse hacia la tierra; entonces, para mayor seguridad, la naturaleza debe sustituir las manos y los brazos por patas delanteras, y de ese modo se originan los cuadrúpedos… Pero, siendo el hombre erecto, no tiene necesidad de patas delanteras; en lugar de ellas, la naturaleza le ha dado brazos y manos. Anaxágoras había dicho que la posesión de las manos había hecho al hombre el más inteligente de los animales. Lo probable es que obtuviera las manos por ser el más inteligente de los animales, porque las manos son herramientas, y la naturaleza, como un hombre inteligente, distribuye las herramientas entre aquellos que pueden usarlas. Es más natural dar una flauta a un auténtico flautista que dar la habilidad de tocarla al hombre que tenga tal flauta; porque esto es agregar lo menor a lo mayor y más excelente, en lugar de añadir lo mayor y más precioso a lo menor. Si, entonces, es mejor que sea así, y si la naturaleza hace siempre lo mejor de lo posible, el hombre no es sabio porque posea manos, sino que, por ser el más sabio de los animales, tiene manos» (*De las partes de los animales*, IV, 10).

Esto no es más que el *Timeo* de nuevo. Es sorprendente encontrar este pasaje insertado en la obra biológica de los últimos años de su vida. Es muy probable que

haya sido escrito antes, pero no hay parte de los escritos de Aristóteles en que las concepciones del *Timeo* no puedan repetirse.

Esta cuestión de las manos sirve también para iniciar nuestro último punto. Siguiendo la subdivisión que hicimos en el capítulo en que estudiamos a Platón, hemos discutido hasta ahora la posición de Aristóteles frente a la Astronomía y a lo que los antiguos llamaron *física,* y hemos visto que significó sólo un avance vacilante y superficial sobre Platón. En segundo lugar, hemos examinado su actitud frente a la investigación por la observación, y hemos encontrado que en sus estudios biológicos ha dado un gran paso adelante. Ahora bien, ¿cuál fue su actitud frente al tercer punto, aquel que se refiere al papel de las técnicas en la sociedad, y a si ellas suministran conceptos para la interpretación de la naturaleza?

Una de las más antiguas, y en muchos conceptos la mejor historia de los precursores de la ciencia griega, proviene del primer libro de Aristóteles, su *Metafísica* o *Teología*, como él mismo la llamó. Aquí es gracioso señalar su preocupación por disociar el origen de esta rama de la filosofía, de la producción, de las técnicas. «Que no es una ciencia productiva —escribe— se hace evidente además por las consideraciones de los filósofos más antiguos. Porque los hombres fueron impulsados a estudiar la filosofía, como lo son hoy en día, llevados por la curiosidad. Al principio, se maravillaron con los problemas superficiales; luego progresaron gradualmente maravillándose con dificultades cada vez mayores, por ejemplo: el comportamiento de la luna, los fenómenos del sol y el origen del universo. Ahora bien, el que se asombra y se maravilla se cree un ignorante; por consiguiente, aun el adorador de los mitos es, en cierto sentido, un filósofo, pues un mito es un tejido de enigmas. De ese modo, si se dedicaron a la filosofía para huir de la ignorancia, es evidente que persiguieron la ciencia por el conocimiento mismo, y no con fines utilitarios. Esto es confirmado por el curso de la evolución histórica misma, porque casi todas las exigencias de la comodidad y del refinamiento social habían sido ya aseguradas antes de que comenzara esta forma de cultura. Por eso, es natural que no le atribuyamos ninguna aplicación ulterior. Del mismo modo que calificamos de libre al hombre que vive para sus propios fines, y no para los de otros, así podemos decir de ésta, que es la única ciencia libre del hombre. De todas las ciencias, sólo ella existe por sí misma». Su principal peculiaridad es evidente: que la filosofía es respectó a las ciencias prácticas lo que un hombre libre es respecto a sus esclavos.

Nuevamente, refiriéndose al mismo tema, Aristóteles escribe: «Es natural que en los tiempos más remotos fuese universalmente admirado el inventor de cualquier arte que vaya más allá de las percepciones sensoriales comunes de la humanidad, no sólo por la utilidad que se pudiera encontrar en sus invenciones, sino por la sabiduría que le distinguió de los otros hombres. Pero cuando un buen número de artes ha sido inventado, y algunas de ellas se ocupan de las necesidades y otras de los refinamientos sociales, los inventores de las segundas han sido, como es natural, considerados siempre más sabios que los otros, pues su conocimiento no tenía una

utilidad inmediata. Por eso, cuando todo esto había sido ya satisfecho, fueron descubiertas aquellas ciencias que no trataban de las necesidades ni de los placeres de la vida, y esto se produjo primero en los lugares donde el hombre estaba ocioso; por eso, las artes matemáticas fueron concebidas primero en Egipto, pues en este país la casta sacerdotal se entregaba al ocio». De nuevo merece subrayarse el punto principal: que debemos el comienzo del verdadero conocimiento de la realidad a los sacerdotes ociosos de Egipto, y no a los técnicos que descubrieron cómo hacer las cosas.

La importancia que Aristóteles asignó a esta nueva concepción de la naturaleza por la clase ociosa —que llamó Filosofía Primera o Teología— lo condujo a ciertos juicios antihistóricos que contradicen las opiniones de los pensadores antiguos. He aquí algunos:

1.º Aristóteles sostiene que las artes matemáticas fueron inventadas por vez primera en Egipto, porque allí los sacerdotes se entregaban al ocio. La opinión de Herodoto (II, 109), umversalmente aceptada en nuestro tiempo, es que la geometría surgió en Egipto debido a la necesidad de jalonar la tierra después de cada inundación del Nilo.

2.º Aristóteles nos dice que los inventores de los *refinamientos* de la vida fueron siempre considerados más sabios que los inventores de los *utensilios*, porque sus invenciones no eran útiles. Platón nos aclara que la concepción de los jónicos era muy diferente, pues nos asegura que los jónicos consideraban como las más importantes de las artes a aquéllas que ayudaban al hombre a complementar e imitar a la naturaleza, tales como la medicina y la agricultura.

3.º Pero la característica más atrayente de todo este pasaje es que, en su deseo de atribuir el origen de la verdadera Filosofía, *Aristóteles nos revela que él cree que la ciencia aplicada ya ha cumplido su cometido*. Sólo la Metafísica es posible porque: «Casi todas las exigencias de la comodidad y el refinamiento social habían sido aseguradas», porque «todo lo que a eso se refiere había sido ya provisto». La idea de una explotación más efectiva de la naturaleza en beneficio de la humanidad no existía para Aristóteles. El hecho de que las comodidades y los refinamientos estén disponibles sólo para pocos, no se analiza.

Esta concepción no se refleja solamente en sus obras filosóficas y científicas, sino que impregna toda su filosofía política, que únicamente se ocupa del gobierno de los hombres. El problema fundamental es contar con una clase trabajadora fácil de manejar. Aristóteles ambicionaba la desaparición de la clase trabajadora libre y el establecimiento universal de una relación de amo a esclavo. Esto —nos dice— es la finalidad de la Naturaleza; sólo porque la naturaleza no es en un ciento por ciento infalible, no produce dos tipos de hombres físicamente distintos. Cuando el hombre de estado, instruido en la concepción aristotélica, ayude a la naturaleza a realizar su intención; cuando los hombres nazcan en realidad e inequívocamente Amos o Esclavos, o sean divididos por la sociedad en esas dos clases, la clase ociosa estará en

libertad de entregarse a los más nobles ejercicios de la inteligencia, a saber: la Metafísica, la Filosofía Primera y la Teología. De este modo, gracias a la existencia de la clase de los esclavos, la clase dirigente estará posibilitada para cumplir el imperativo de «ser tan inmortal como fuese posible» y pensar acerca de los pensamientos, no acerca de las cosas. Hasta la inmortalidad se convierte así en un privilegio de clase.

El fracaso de Aristóteles, tutor de Alejandro, en impulsar un mayor progreso en las técnicas es un reflejo del fracaso general de la sociedad de esa época. Rostovtzeff, en su *Mundo helenístico* (pág. 1166 y sigts.), analiza este fenómeno. Este autor nos habla de la ineptitud para aclimatar plantas y animales y para aprovechar los yacimientos petrolíferos mesopotánicos y el betún del Mar Muerto; de la falta de progresos técnicos en la agricultura y en la metalurgia; de la incapacidad de descubrir algún perfeccionamiento en los métodos de extracción de minerales, que no fuera la intensificación del trabajo forzado, y el estancamiento de la industria textil en un nivel prehelénico.

Es un cuadro triste, pero es la réplica precisa de las enseñanzas de *La República y Las Leyes, de Platón*, y de la *Metafísica* de Aristóteles. El marasmo de la ciencia helénica es sólo un aspecto del estancamiento de la sociedad griega.

NOTA. Acerca de las opiniones de Aristóteles sobre la esclavitud, véase en especial su *Política*, libro I, capítulos IV-VII.

CAPÍTULO IX

Resumen y conclusiones

En los capítulos precedentes nos hemos esforzado por extraer de nuevo el significado de la historia de la ciencia en el mundo antiguo y, especialmente, en el período de formación del pensamiento griego. El tema es difícil, y las opiniones se hallan divididas. Nos ocuparemos en este capítulo de aclarar, en la medida que nos sea posible, cuáles son exactamente las enseñanzas que vemos en él para el mundo moderno.

En primer lugar, sostenemos que la actividad humana que llamamos ciencia no se origina como un modo de pensar en las cosas para que seamos capaces de dar verbalmente respuestas satisfactorias a cualquier problema que pudiera surgir, sino como un modo de pensar en las cosas para ser capaces de manipularlas al servicio de fines deseados. El pensamiento científico se distingue de otros modos de pensamiento porque demuestra su validez en la práctica. Nuestra opinión en este tema puede ser expresada con las palabras de un escritor francés cuya obra parece no haber sido comprendida en Gran Bretaña.

«Al mismo tiempo que la idea religiosa —dice Félix Sartiaux—, pero mucho más lentamente, porque requiere esfuerzo mucho mayor, la idea de ciencia se separa de la mentalidad mágico-mística del hombre primitivo. Manipulando herramientas o haciendo objetos con fines previstos, el hombre, a pesar de su tendencia a representar las cosas según su propia imagen, hace distinciones, se forma ideas de clases y observa relaciones que no dependen de su imaginación. De este modo, acaba por saber que las cosas no suceden como ios ritos las representan y que no se comportan como los espíritus. Si se atuviera a sus sueños religiosos y mágico-religiosos, nunca podría haber *hecho* nada. Pero, en verdad, desde los tiempos más remotos mata animales, y muy pronto los domestica; cultiva las plantas; extrae metales de los minerales y hace objetos para fines que ha establecido previamente. Estas acciones, cualesquiera fuesen las representaciones que las acompañan, tuvieron éxito. En consecuencia, conscientemente o no, el hombre establece relaciones y se somete a ellas. La existencia de técnicas que se remontan a la era paleolítica muestra que existen, aun en el pensamiento más primitivo, señales de un espíritu científico».[1]

En la antigua civilización del Cercano Oriente, este modo de pensamiento científico difícilmente logró extenderse más allá de las técnicas mismas, pero coexistió con una interpretación mitológica del universo. Esta interpretación mitológica del universo fue desarrollada y transmitida por las corporaciones de sacerdotes, y tenía finalidad política. Los técnicos —cuya práctica contenía el germen de la ciencia— estaban ocupados en manipular la materia; los sacerdotes, sobre cuyos hombros descansaba el mantenimiento de la estructura social, estaban

particularmente ocupados en controlar a los hombres. Y la necesidad de controlar a los hombres implicaba el mantenimiento de la interpretación mitológica de los grandes fenómenos de la naturaleza: los movimientos de los cuerpos celestes, los cambios de las estaciones, de la vegetación, y las irregularidades o cataclismos de la naturaleza.

La originalidad específica de los pensadores jónicos fue que aplicaron a la interpretación de los movimientos de los cuerpos celestes y a los grandes fenómenos de la naturaleza modos de pensar derivados de su dominio de las técnicas. Circunstancias políticas favorables hicieron que esto fuera posible. Los jónicos representan un nuevo elemento social: una nueva clase de industriales y comerciantes, que trajo una paz temporaria y la prosperidad a las comunidades consumidas por las luchas entre la aristocracia terrateniente y los campesinos desposeídos. Siendo dominantes en la sociedad, es natural que su modo de pensar también lo fuera; mientras estaban seguros de poseer el poder político, no dudaron en ridiculizar las viejas explicaciones mitológicas de la naturaleza, e intentaron sustituir las explicaciones de «las cosas de arriba» por las suyas, derivadas de la experiencia práctica en «las cosas de abajo».

Las bases económicas de este modo de concebir el mundo fueron introducidas en el Ática a comienzos del siglo VI, por Solón. Éste fue un comerciante que estaba llamado a salvar a Atenas del desesperante *impasse* en que había caído durante las luchas habituales entre los terratenientes y los campesinos. Con la introducción de las técnicas industriales y su intento de asegurar que cada ateniense enseñara un oficio a su hijo, proporciona otra alternativa económica a la anterior, basada en la posesión de la tierra. Entonces, cuando Atenas se convirtió en una democracia, era una ciudad mercantil e industrial en el seno de una región agrícola.

Dice W. H. S. Jones que «es interesante hacer notar que las artes fueron distinguidas de las ciencias sólo cuando el pensamiento griego hubo pasado su cenit». [2] A mediados del gran siglo V, en el auge de la Edad de Pericles, esta distinción aún no había sido hecha en Atenas. Fue la época en que un obrero escultor, como Fidias, o un obrero arquitecto, como Ictino, honraban a la mejor sociedad. Ésta es la concepción que se refleja en las obras más notables de la literatura de la época.

Esquilo, por ejemplo, que escribió antes de mediados de dicho siglo, puso en boca de Prometeo —quien había robado a Júpiter el fuego del cielo— un espléndido relato imaginario del papel de las técnicas en el desarrollo de la sociedad humana. El hombre —hace decir a Prometeo— fue al principio tan ignorante como una criatura. Tenía ojos pero no podía ver; tenía oídos pero no podía oír, y vivía en un mundo onírico de ilusiones, hasta que Prometeo lo dotó de mente y del don de la comprensión. ¿En qué consistió este don de la comprensión? En que mientras el hombre había vivido hasta entonces como un insecto, en oscuras cuevas subterráneas, sin saber hacer ladrillos ni conocer la carpintería, ahora vive en casas bien construidas que miran al sol. Antes no podía prever la llegada del invierno, la

primavera o el verano. Ahora había aprendido a leer en las estrellas y se había preparado un calendario.

Anteriormente no sabía contar ni escribir, ahora tenía un sistema de números y un alfabeto; antes trabajaba como una bestia de carga, ahora había dominado a los animales salvajes que llevaban bultos y arneses; antes no sabía cómo cruzar los mares, curarse cuando se enfermaba o predecir el futuro, ahora tiene veleros, remedios vegetales y un arte de la adivinación; y para coronarlo todo, había traído de lugares ocultos en la tierra aquellos tesoros enterrados: el oro, la plata, el bronce y el hierro.[3] Tal es la descripción del crecimiento de la civilización que nos legara Esquilo. Para éste, las conquistas de la técnica son enteramente identificables con el crecimiento de la inteligencia. La idea de ciencia no aplicada no pasó por su mente.

Pocos años más tarde, Sófocles, en un famoso coro de su *Antígona*, retoma el tema de la inventiva técnica del hombre. Las maravillas son muchas —canta—, pero nada es más maravilloso que el hombre mismo. Él es el poder que cruza el blanco mar. Hace uso de los vientos tormentosos para que lo lleven lejos entre olas que amenazan engullirlo. Año tras año, la mula, el nuevo y fuerte animal que ha derivado del caballo, arrastra sus arados a través de los campos de la Tierra, el más viejo de los dioses. Con sus trampas, por su sabiduría superior, caza los pájaros, las bestias y los peces de las profundidades. Domestica el crinoso caballo y el infatigable toro, que pone bajo el yugo. Ha aprendido por sí mismo a hablar y a pensar. Ha aprendido de igual modo a conducirse civilizadamente. Se hizo casas para guarecerse de la helada y la lluvia. Encontró remedio para todo, excepto para la muerte. Puede curar las enfermedades. Su ingeniosidad técnica, aunque lo conduce a veces al mal y a veces al bien, muestra una sabiduría que desafía a la imaginación.

Éstas son paráfrasis vulgares de una poesía intraducibie de esos grandes tributos rendidos a la genial inventiva del hombre, pero servirán para señalar su contenido.

La lista de las conquistas humanas en Sófocles es la misma que en Esquilo, pero mientras que la trama obliga a éste a atribuir la invención de todas las técnicas a Prometeo, Sófocles sostiene abiertamente aquello que Esquilo, por supuesto, no intenta negar, a saber, que todas ellas son conquistas del hombre mismo. Ésta fue igualmente la opinión de su contemporáneo, el filósofo Anaxágoras, quien también vivió en la Atenas de Pericles, y enseñó que gracias a la posesión de un par de manos hábiles se convirtió en sabio.

A causa de la destrucción de los libros y documentos antiguos, no es fácil ilustrar con la abundancia que fuera de desear el método de los científicos filósofos que consideraron a las técnicas como la clave para comprender la dinámica de la naturaleza. Sin embargo, el tratado que ya hemos analizado con cierta extensión señala la contribución que hizo el cocinero a la comprensión de la naturaleza humana y de la naturaleza en general, y entre otros numerosos ejemplos, hemos visto el intento de Empédocles de dilucidar mediante experimentos con el reloj de agua la relación que hubiera entre la atmósfera exterior y la circulación de la sangre en el

cuerpo humano. Este experimento llega también a la conclusión de que las operaciones fundamentales de la naturaleza, la interacción entre los elementos, tienen lugar a un nivel que está por debajo de la aprehensión de nuestros sentidos. Fue un problema para los científicos deducir las operaciones ocultas a la observación, de las que eran visibles.

Existe otro escrito hipocrático[4] que nos muestra cómo los hombres de ciencia trataron de utilizar este método; el tratado parece ser obra del director de un gimnasio que vivió a fines del siglo V. Creía que la naturaleza humana consistía en una mezcla de fuego y agua. Su dificultad residía en que esos elementos, de los que dependen las actividades vitales del hombre, eran en última instancia como el aire investigado por Empédocles: demasiado sutiles para que el hombre los percibiera directamente. Ahora bien, ¿cómo superó esta dificultad? Por su ideario es evidente que había estudiado a Heráclito, a Empédocles y a Anaxágoras, en cuyo pensamiento acerca del universo hemos encontrado numerosas pruebas de la influencia de las técnicas. De igual modo que esos cosmólogos habían utilizado ideas derivadas de las técnicas para explicar la naturaleza del universo, así nuestro médico recurre a las técnicas para la explicación de la naturaleza del hombre. Al igual que sus predecesores, que empleando el mismo método también lo hicieron, dice una cantidad de disparates. Pero el punto que nos preocupa por el momento es el método y no los resultados.

En primer lugar enuncia su principio general. Los procesos invisibles de la naturaleza humana —nos dice— pueden observarse si se analizan los procesos visibles de las técnicas. Los hombres no comprenden este punto porque no alcanzan a ver que los procesos técnicos que dominan conscientemente son imitaciones de los procesos inconscientes del hombre. La mente de los dioses —explica— ha enseñado a los hombres a copiar en sus artes las funciones de sus cuerpos. Los hombres comprenden las artes (es decir, las utilizan con éxito), pero no alcanzan a comprender de qué son copias. Los hombres debieran comprender que las artes son la clave de las operaciones oscuras de la naturaleza.

Aquí es importante considerar qué entendía el autor por *comprender*. No quería decir la habilidad para dar una explicación verbal; significa, según él, la habilidad para actuar conscientemente en el logro de un fin deseado. Desea actuar sobre el cuerpo humano para promover y preservar su salud. Piensa que de las artes existentes puede extraer sugestiones para el nuevo arte de la salud que intenta crear. Las artes hacia las que dirige su atención son: la del adivino, la del herrero, la del tejedor, la del zapatero, la del carpintero, la del constructor, la del músico, la del cocinero, la del curtidor, la del cestero, la del orfebre, la del escultor, la del alfarero y la del escriba.

La idea central parece ser que, si actuamos correctamente en lo referente a los aspectos visibles de las cosas, los aspectos invisibles que deseamos se producirían inevitablemente. En este sentido ve una analogía entre ciertos procesos fisológicos y la adivinación. El adivino, observando lo visible, es decir, los acontecimientos del presente, es capaz de predecir lo invisible, es decir, los hechos futuros; de igual modo

que un hombre y una mujer, por el acto presente de la unión sexual, inician el proceso que en el futuro desembocará en el nacimiento de un niño. Análogamente —deduce—, podemos aspirar a descubrir el curso de la acción presente que determinará la salud futura.

Trata de acercarse más a la solución del problema, considerando la fabricación de las herramientas de hierro. En su concepción de las cosas, el hombre es una mezcla de fuego y agua, pero éstos son también los elementos que forman el acero. El herrero soplando el fuego sobre el hierro extrae *alimentos* del hierro, que se convierte en *rarificado* y flexible. Luego lo bate, lo suelda y lo templa con agua. El temple con agua es un modo de devolverle la nutrición. Pues lo mismo sucede con el hombre cuando es educado. Su aliento aventa el fuego que hay en él y que consume su alimento. Una vez «rarificado», golpeado, triturado y purificado, entonces la aplicación del agua, es decir, *alimento,* lo hace fuerte.

No continuaremos señalando las analogías que el autor vio entre sus regímenes de salud y la larga lista de otras artes que menciona, pues todas ellas son fantásticas, pero sería un error considerarlas desprovistas de todo valor científico. Sólo aquellos que no estén familiarizados con las prodigiosas dificultades de las primeras etapas de cualquier ciencia, y con la tentativa de aventurar hipótesis que acompañan a esas etapas, caerán en tal terror. Nuestro autor se había propuesto *hacer* varias cosas a los cuerpos los hombres. Sus prescripciones de ejercicios, baños, masajes, purgantes dietas están lejos de ser inútiles. Por comparación con otras artes, intenta extraer una comprensión clara de lo que está haciendo.

Pero nuestro deseo principal no es valorar los resultados, sino establecer la naturaleza del método. Cuanto más fantásticas son las analogías entre los procesos fisiológicos y las técnicas industriales, más significativo es el hecho de que nuestro autor haya recurrido a este método. En un nivel más primitivo habría supuesto que el cuerpo era la morada de los espíritus, y todo lo habría recetado de acuerdo con esa suposición; en cambio, ahora piensa que la fisiología humana es semejante a las operaciones del herrero, del zapatero y del alfarero, y receta de acuerdo con ello. La primitiva concepción de la naturaleza había sido transformada por la misma fuerza que había transformado a la sociedad primitiva: la práctica de las técnicas de producción.

En el período anterior del pensamiento griego, cuando las ciencias no estaban separadas de la técnica, la ciencia fue simplemente un modo de *hacer* algo; con Platón se tornó en un modo de *conocer* que, en ausencia de cualquier prueba práctica, significó sólo discurrir lógicamente. Esta «nueva clase de ciencia», como cambio en el carácter de la sociedad. Los historiadores de la sociedad discuten aún el grado preciso en que las técnicas industriales habían pasado a manos de los esclavos en la época de Platón.

Para nuestros fines no es necesario dar una respuesta más precisa a la cuestión que decir que para Platón y Aristóteles era normal y deseable que los ciudadanos

fueran eximidos de la carga de las tareas manuales, y aun del gobierno directo de los trabajadores. El tipo de ciencia que aspiraban a crear era una ciencia para ciudadanos que no estuvieran consagrados a tareas de dominar el mundo físico; su modo de explicación excluyó necesariamente a las ideas derivadas de las técnicas. Su ciencia consistió en ser capaces de dar la respuesta exacta a cualquier cuestión que se les formulara. La exactitud de tal respuesta dependía principalmente de su consistencia lógica. No todo esto era negativo. Los enormes avances realizados en matemáticas, especialmente bajo el estímulo de Platón y la influencia de la Academia, transformaron la concepción del universo.

Mientras los jónicos tuvieron ideas tan incorrectas acerca del tamaño y la distancia de los cuerpos celestes, que su astronomía es indistinguible de la meteorología, los matemáticos comenzaron pronto a revelar que nuestro mundo no es sino una partícula en un vasto universo de espacio. Asimismo los jónicos, fértiles en ideas, progresaron poco en su capacidad de analizar las consecuencias lógicas de ellas. Una página de buena lógica aristotélica puede hacer que su mundo dialéctico parezca tan primitivo como es, a la luz de los matemáticos, su concepto acerca del Sol, la Luna y las estrellas; pero, a pesar de los progresos en matemáticas y lógica, la separación de la ciencia del contacto fertilizante y regulador de la técnica constituyó un golpe de gracia del cual la ciencia no pudo recobrarse a lo largo de toda la antigüedad y la Edad Media.

La nueva concepción de ciencia, que nació con Platón y Aristóteles, tuvo evidentemente su origen en la nueva forma de sociedad fundada en la distinción entre el ciudadano y el esclavo. No hay aspecto del pensamiento de Platón que no refleje la fundamental dicotomía derivada de esta división de la sociedad. En la teoría de la esclavitud enunciada, el esclavo no fue considerado como ser racional. Sólo el amo estaba dotado de razón, pues el esclavo podía tener «una opinión correcta» sólo si seguía estrictamente las directrices de su amo; esta relación de «amo a esclavo» fue fundamental en todas las esferas del pensamiento plátonico.

En la esfera política Platón concibe la relación entre gobernante y gobernado en términos de amo y esclavo; supone que el gobierno es para bien del gobernado, pero no requiere su consentimiento. Esos hombres de oro, los aristócratas esclarecidos que han de gobernar, son una pequeña minoría de la población. Todos los demás son en cierto grado esclavos, cuya única posibilidad de obrar bien consiste en obedecer mecánicamente las órdenes de sus superiores. El artesano, librado a sí mismo, no podría gobernarse, porque se dejaría arrastrar por sus propios apetitos. Platón concibe singularmente que las principales actividades de los trabajadores están concentradas no en sus manos, sino entre sus pechos y espaldas. Los artesanos están frente a los filósofos en la relación de esclavos a amos. No hay diferencia entre el arte del propietario de esclavos y el del rey, excepto en la magnitud de sus respectivos dominios. Ésta es la doctrina que Platón predicó en la ciudad cuya vida democrática había sido fundamentada con la implantación de las artes por Solón.

La psicología, la fisiología y la ética de Platón fueron todas concebidas para adaptarse a este plan. Para el Estado, Platón concibió tres clases: los Gobernantes, sus Auxiliares —los soldados y los policías— y los Productores. La introducción de una tercera clase no implica ninguna variante fundamental de la vinculación de amo a esclavo, porque la principal función de los Auxiliares es asegurar el dominio de los Gobernantes sobre los Productores. Siguiendo esta analogía, se hace constar al alma de tres partes: la razón, el espíritu y los apetitos. La razón corresponde a los gobernantes, el espíritu a los policías y los apetitos a los trabajadores. Aquí percibimos el significado *social* de rechazar la opinión de Anaxágoras, quien decía que la mano había sido el instrumento principal en la creación de la inteligencia. Los trabajadores no son seres dotados de habilidad manual, sino de *apetito*. Comparad a Platón con Esquilo y Sófocles, y comprended la magnitud del cambio.

El aspecto fisiológico de esta psicología de clase fue expuesto detalladamente en el *Timeo*. La cabeza está separada del tronco por el cuello, porque la parte divina del alma, que está situada en la cabeza, no debe ser contaminada por la parte mortal, que está situada en el tronco. El tronco mismo está dividido por el diafragma a fin de que los elementos feminoides y serviles del alma puedan alojarse aparte en la porción inferior, mientras que el elemento masculino y espiritual está colocado encima «al alcance del oído», como él dice, «del discurrir de la razón» que se realiza en la cabeza, para que pueda combinarse con la razón suprimiendo cualquier rebelión de los apetitos.

El sistema ético que fluye de esta psicología es intransigente y puritano. Hay un profundo abismo entre el alma y el cuerpo. El alma se halla frente al cuerpo en la relación del amo al esclavo. La noción de que las sensaciones corporales de placer y dolor deban servir a la mente como fundamento de las acciones éticas ha de ser considerada con las mismas reservas que los preceptos políticos según los cuales la plebe debiera tener voz en la elaboración de las leyes.

La misma clave fue aplicada a la interpretación del sistema del universo. La mente y la materia se oponen la una a la otra, como el amo y el esclavo. Si hay en la naturaleza algún orden o belleza, es porque la mente impone orden en la materia, que es esencialmente desordenada; de donde se deduce que la razón y no la evidencia sensible es la verdadera ciencia. La razón nos pone en contacto directo con la mente, que impone orden a la materia. En el mundo *fenoménico*, con el cual tienen tratos los sentidos, este orden es alcanzado de manera imperfecta.

Esta nueva concepción de la relación entre la mente y la materia implica un alejamiento radical de la primera premisa de la vieja escuela de los filósofos naturalistas; éstos sostenían que necesariamente hay un orden en el mundo material, y que la mente humana aprehende la verdad en la medida en que aprehende el orden necesario. Este orden sólo puede ser aprehendido por la evidencia sensible. La experiencia humana en el ejercicio de las técnicas proporciona los indicios necesarios para interpretar esa evidencia. Para Platón, sin embargo, la verdadera ciencia es

teológica, y consiste en interpretar los fenómenos a la luz de los fines a los cuales se supone que aspira la Mente, que se esfuerza por dirigir todas las cosas. Estos fines son descubiertos, no por la observación, sino por la razón. La verdad se descubrirá no intentando actuar sobre la naturaleza, sino discurriendo sobre sus fines.

Esta nueva y extraña concepción de la materia, como un principio de desorden, fundamenta también la filosofía de Aristóteles. «A la materia se la hace responsable de la mayoría de las irregularidades», como lo señala uno de sus investigadores,[5] quien al mismo tiempo observa que esto implica un alejamiento radical de la concepción jónica. Este autor no puede dar respuesta al enigma que surge de sus investigadores, ni es probable que pueda hacerlo mientras continúe observando el problema desde una posición equivocada. La clase de la extraña concepción de Aristóteles no se hallará en sus tratados físicos, sino en su *Política*. Como para Platón, la relación de amo a esclavo constituye el modelo fundamental para su pensamiento en cada una de las otras esferas.

Aristóteles, como es bien sabido, fue un defensor de la esclavitud, alegando que ésta es natural. Como una autoridad contemporánea nos lo recuerda,[6] al llamarla «natural», quiere significar que «se ajusta al modelo que abarca la naturaleza toda». Para decirlo con las propias palabras de Aristóteles: «En cada cosa compuesta sé halla siempre un factor gobernante y un factor sometido, y esta característica de las cosas vivientes está presente en ellos, como una consecuencia de la propia naturaleza».[7] No nos dejemos confundir por la mala lógica. Es difícil suponer que Aristóteles considerara realmente que amo y esclavo formaran una «cosa compuesta»; pero toda la lógica de la justificación aristotélica de la esclavitud, es mala. Como ya lo señalara Montesquieu hace tiempo, «Aristóteles intenta demostrar que la esclavitud es natural, pero no lo prueba con todo lo que dice». Lo que nos ocupa ahora no es la pretendida justificación de la esclavitud sino las consecuencias que acarrea a su ciencia esa pretendida justificación. Tomando la relación de amo a esclavo como un esquema que llena la naturaleza toda, Aristóteles considera a la materia como refractaria, desordenada y resistente, y a la Naturaleza o Mente como imponiendo a la materia la realización de fines determinados. Los atributos que Aristóteles aplica a la materia serán enigmáticos mientras no comprendamos que son los mismos atributos que aplica al esclavo.

De esta concepción de la relación de la naturaleza con la materia deriva su famosa cuádruple teoría de la causa. De acuerdo con Aristóteles, los antiguos pensadores —los filósofos naturalistas jónicos— habían considerado sólo la causa material, y habían constituido solamente una primitiva y «vacilante» forma de ciencia; esto es cuanto podría esperarse de ellos, ya que en todas las manifestaciones de la naturaleza consideraban sólo el elemento esclavizado o sometido. Aristóteles propone tres tipos más de causa: la Eficiente, la Formal y la Final. Éstos son los tipos de causa que explican cómo la Naturaleza impone fines a la materia refractaria.

Ésta es la concepción aristotélica dominante de la ciencia, es decir, la

comprensión del modo en que la Naturaleza, que se parece al Amo por los fines a que aspira, impone sus designios sobre la materia, que a menudo se opone a esos fines y, como el esclavo, nada puede conseguir sino bajo la dirección de una voluntad superior. Llega a proclamar que la dificultad es distinguir un esclavo natural de un amo natural se debe al fracaso de la Naturaleza en imponer su voluntad sobre la materia. La Naturaleza pretende —continúa— producir un tipo de hombre que se reconocerá inmediatamente como desprovisto de razón: «Un instrumento vivo»; pero no puede hacerlo porque la materia es refractaria. Parte de su arte de la política está dirigida a mejorar esta impotencia de la Naturaleza; cuando los hombres son esclavos naturales y no lo saben, es tarea de los amos naturales hacérselo comprender.

En un capítulo anterior hemos visto de qué manera el aporte de ideas de la esfera político-religiosa había afectado al desarrollo de la astronomía; he aquí una nueva ilustración sobre el mismo punto. La antigua concepción jónica de un orden objetivo de la Naturaleza había sido extraída de la necesidad de adaptarse al comportamiento de la materia, para tener éxito en la realización de los procesos técnicos. No fue la regularidad del movimiento de los cuerpos celestes, lo que dio al hombre su primera idea de la existencia de una regularidad en la naturaleza, sino la experiencia siempre repetida de que las cosas tienen su propio comportamiento invariable; que los cardos no dan higos ni puede hacerse el bronce más duro a menos que se mezcle una porción de estaño con diez de cobre, ni alcanzar la octava a menos que la cuerda sea dividida por la mitad. La concepción de la Naturaleza como infinitamente variada e ingeniosa, pero inexorable en sus leyes, es la concepción de los técnicos que trataban de dominar la materia. La nueva concepción de la Naturaleza atribuyéndole fines, y creyendo que dirigía esos fines hacia la materia, subordinada pero refractaria, es la concepción del amo que gobierna al esclavo.

Hemos completado nuestro breve estudio del período inicial; nos hemos impuesto un objetivo limitado, y sabemos cuán imperfectamente lo hemos alcanzado. Hemos pasado revista a la contribución que hicieron a la ciencia cierto número de hombres extraordinarios. Tales, Anáximandro, Anaxímenes, Heráclito, Pitágoras, Parménides, Empédocles, Anaxágoras, Demócrito, Sócrates, Platón y Aristóteles, para no nombrar a los innumerables contribuidores a la obra hipocrática. El tiempo no ha podido debilitar la fascinación que ejerce su pensamiento; pero nuestro propósito no se habría alcanzado, ni el significado que tiene para nosotros la ciencia griega habría sido revelado, a menos de aclarar lo que tantos historiadores han soslayado: la íntima relación que hay entre el desenvolvimiento de este grupo de teorías y de actividades prácticas que llamamos ciencia, y la vida de la sociedad en la que se dan.

Pronto se escribirán mejores historias de la ciencia griega que las que ahora existen, pero el requisito necesario para ello es la adquisición de un mejor conocimiento de la historia técnica de la Antigüedad Clásica, y de su interacción con toda la vida de la época. La comprensión de la ciencia griega no adelantará si los historiadores, en lugar de revelar la génesis histórica de las teorías de los griegos,

consumen sus energías preguntándose si los griegos, por algún extraordinario don de genio especulativo, no habrían sido capaces de saltarse los siglos y anticiparse a los hallazgos de la ciencia moderna. Si Aristóteles, por ejemplo, habla de algún comportamiento irregular de la materia, no es sensato tratar de explicar esto sugiriendo que anticipaba la moderna teoría de la indeterminación, pues se hallan al alcance de la mano explicaciones mejores. La historia de la ciencia debe ser realmente histórica.

NOTA BIBLIOGRÁFICA

1.— ESCRITORES DE LA ANTIGÜEDAD: El texto donde mejor pueden estudiarse las reliquias fragmentarias de los pensadores griegos, desde Tales a Demócrito, es la Obra de HERMANN DIELS, *Die Fragmente der Vorsokratiker* (5.ª ed. por Walther Kranz, 1934). Las obras de KATHLEEN FREEMAN, *Companion to the Pre-Socratic Philosophers y Ancilla to the Pre-Socratic Philosopher* (Basil Blackwell, Oxford, 1946 y 1948), facilitan al lector inglés el estudio de estos textos. Más recientemente, el período ha sido estudiado, autorizadamente, en *The Presocratic Philosophers*, por G. S. Kirk y J. E. Raven (Cambridge, 1960). Los escritos de los hipocráticos están bien representados por cuatros volúmenes de la Loeb Classical Library (Heiremann, Londres).

2.— ESCRITORES MODERNOS: A las referencias dadas en el texto quiero agregar dos: a) HAROLD CHERNISS, *Aristotle's Criticism of Pre-socratic Philosophy* (Johns Hopkins Press, 1935); b) RODOLFO MONDOLFO, «Sugestiones de la técnica en las concepciones de los ruralistas presocráticos», en *Archeion*, Nueva Serie, tomo II, volumen XXIII, n.º I. Ver también Zeller-Mondolfo *Filosofía dei Greci*, Vol. II, part. I, pp. 27 ss. (Florencia, 1938). El primero de estos escritores ilustra con abrumador aporte de pruebas cómo Aristóteles fracasó al dar la descripción verdadera de las enseñanzas de los presocráticos. El *porqué* de este fracaso es explicado mejor por Mondolfo diciendo que los escritos de los viejos pensadores abundan en referencias a las técnicas, que, en una sociedad ya cambiada, parecían ser indignas de los filósofos.

SEGUNDA PARTE

Prefacio

La primera parte de este libro contiene la historia de la ciencia griega de Tales a Aristóteles, y un intento de definir su significado para el mundo moderno.

El período que abarca está comprendido entre los 600 y 322 a. C. Este período está dividido por la carrera de Sócrates. Se ha dicho que el período presocrático fue la época de formación de la ciencia griega. Fue el fruto, en el campo intelectual, de una sociedad razonablemente feliz que había lanzado un vigoroso ataque sobre la naturaleza y que contemplaba al hambre como a una criatura ingeniosa y bien dotada, capaz de mejorar ilimitadamente sus condiciones de vida. Como expresara un comentador entusiasta, «los grandes progresos teóricos fueron realizados por hombres que estaban bien al tanto de la ofensiva técnica contra el mundo de la naturaleza, y que gracias a esto llegaron a colocarse en una actitud positiva, investigadora y, hasta cierto punto, experimental».

El nombre de Sócrates está vinculado a un desplazamiento del interés, de la filosofía natural a la política y la ética. Este cambio de interés representó un cambio en las condiciones de la sociedad. El cuadro confiado del hombre consagrado al ataque de su medio ambiente natural llegó a su fin a causa de una crisis social. Esta crisis fue producida por el crecimiento de la institución de la esclavitud. El nivel del dominio técnico sobre la naturaleza alcanzado en ese momento ofrecía a los griegos la posibilidad de ocio cultivado para una minoría, y al mismo tiempo su expansión geográfica les ofrecía la posibilidad de esclavizar a pueblos más débiles y atrasados. La esclavitud dejó de ser una institución doméstica e inocua, para convertirse en un intento organizado de transferir las pesadas cargas del acarreo, la minería y muchos procesos agrícolas e industriales, a las espaldas de esclavos extranjeros. Se constituyó el ideal del ciudadano como individuo libre del trabajo manual, dando así lugar a una conveniente teoría según la cual la naturaleza había dispuesto que otras razas humanas eran ineptas para la ciudadanía, y sólo podían dedicarse al trabajo físico.

Una mala consecuencia de esto fue que el dominio de las técnicas, cuyo conocimiento funcional es esencial para muchas ramas de la ciencia, pasó a manos de los esclavos, concibiéndose así un ideal de la ciencia que era principalmente verbal y ajeno a la práctica. La *palabra* era asunto del ciudadano; el *hecho*, asunto del esclavo. Como Sir Clifford Allbutt dijera de Platón, quien es el gran exponente de esta etapa del pensamiento: «Platón, desgraciadamente, despreció las aplicaciones de la ciencia a las artes técnicas del hombre, sin percibir que de ellas surgen algunos de los más luminosos principios de la ciencia académica, pues la naturaleza es más ingeniosa, multiforme y sorprendente en la producción que en cualquier laboratorio.» (*Greek Medicine in Rome*, pág. 84).

Hubo, además otras malas consecuencias. La esclavitud hizo a los ricos, más ricos, y a los pobres, más pobres, concentrando la riqueza en las manos de quienes tenían dinero para invertir en esclavos, mientras que arrebató, tanto al pobre como al rico, toda iniciativa o empresa sobre el mundo natural. Como ciudadano, el pobre tuvo también su ideal de eludir el trabajo manual. El ciudadano pobre, en consecuencia, constituyó un proletariado que, al revés del proletariado moderno, estaba divorciado del proceso de la producción. Vivía con demasiada frecuencia una vida ociosa y parasitaria. La sociedad no había sido capaz de organizarlo para llevar el ataque a la naturaleza, o de ponerlo en condiciones de emprenderlo por su cuenta. Despojado y desorientado, también él quería ser transportado en hombros de los esclavos. La sociedad tendía a perder su carácter de organización de ciudadanos para la producción en común. Se convirtió, por el contrario, en un circo en el cual los ciudadanos ricos y los pobres se disputaban lo que había sido producido por el esclavo. Tales fueron las condiciones sociales bajo las cuales el interés cambió de la filosofía natural a la política y la ética, de la organización de la sociedad para el ataque a la naturaleza, al intento de impedir que la sociedad se destruyera a sí misma en una guerra civil perpetua y sin sentido.

Lord Acton tiene una frase terrible en sus ensayos *Freedom*, acerca de la sociedad clásica: «El objetivo de la política antigua era un estado absoluto fundado en la esclavitud». Tal es el ideal esbozado en *Las Leyes*, de Platón. La oligarquía, al reaccionar contra la inseguridad e inestabilidad de la época, llegó a obsesionarse con el problema de hallar sanciones mediante las cuales pudiera mantenerse la forma existente de la sociedad. La idea de que mediante el esfuerzo humano podía conquistarse un creciente dominio sobre la naturaleza, benéfico para la humanidad —punto de vista característico de una etapa anterior— se volvió menos distinta; ¿y cómo no habría de suceder así, viendo que en el lento Curso de la historia habrían de pasar más de mil años antes de que la estructura de la sociedad esclavista se disolviera, y el progreso técnico se volviera posible y fructuoso para los hombres? Coincidentemente, la actitud positiva, investigadora y experimental que había acompañado a la expansión de la civilización griega en el siglo VI y principios del V fue abandonada a medida que esa civilización declinó, para ser reemplazada por el desiderátum de un código legal inconmovible, protegido por sanciones divinas. Sir Clifford Allbutt se deleita al comprobar que la naturaleza es «ingeniosa, multiforme y sorprendente». Pero no es del todo exacto al fijar posiciones cuando dice que Platón no lo percibió así. Platón percibió demasiado bien el carácter inesperado de la naturaleza. Pero como lo que él buscaba en el mundo natural era un patrón de regularidad, orden y estabilidad para los ciudadanos, la naturaleza en su conjunto consternó a Platón profundamente. La astronomía fue la única ciencia natural por la cual mostró algún entusiasmo, y, como vimos en nuestra primera parte, sólo pudo tolerarla con ciertas condiciones, a saber, que el comportamiento de los cuerpos celestes, lejos de ser, multiforme e inesperado, debía ser uniforme y absolutamente

incapaz, por toda la eternidad, de causamos sorpresa alguna.

La formulación de una complicada teología astral, entretejida con la trama de su estado ideal, y cuya creencia impuso por ley, fue el fruto último del pensamiento de Platón. Este punto de vista impresionó fuertemente durante su juventud a un discípulo de Platón, Aristóteles, quien contribuyó grandemente a elaborarlo y popularizarlo en sus primeros escritos. Pero más tarde, luego de fundar su propia escuela, luchó con éxito para devolver a una filosofía fundada en la observación y la experiencia de la naturaleza la posición dominante en el pensamiento de su época. El grado de éxito que obtuvo en este esfuerzo y, en particular, sus trascendentales realizaciones en el campo de las ciencias biológicas, fueron los últimos temas tratados en nuestra primera parte.

En esta segunda parte de nuestro libro continuaremos la historia desde Teofrasto hasta Galeno, o sea comenzaremos nuevamente con el Liceo de Atenas luego de la muerte de Aristóteles, en el año 322 a. C.; y terminaremos en Roma hacia el 200 d. C. Nuestra primera tarea será describir los estimulantes adelantos científicos logrados por Teofrasto y Estratón, los sucesores inmediatos de Aristóteles al frente del Liceo. Son adelantos de los cuales diríamos que hicieron época, si no fuera que no llegaron a determinar precisamente una época. Este fracaso será para nosotros tan interesante como los éxitos. Luego pasaremos con Estratón a Alejandría y seguiremos la suerte de la ciencia durante un par de siglos bajo los Tolomeos, después de lo cual volveremos nuestra atención a Roma, la nueva dueña del mundo mediterráneo.

Pero como en esta segunda parte del libro estaremos tan vitalmente interesados como en la primera con el *significado* que la ciencia griega tiene *para nosotros*, no podremos concluirla con la muerte de la ciencia antigua, sino que deberemos considerar también brevemente su renacimiento en el mundo moderno. Pues este segundo nacimiento de la ciencia griega es cosa sumamente extraordinaria. Sólo en días muy recientes —según la escala temporal del historiador de la civilización— los progresos modernos han convertido a la ciencia griega en asunto del pasado. Cuando la ciencia moderna comenzó a mostrar síntomas de vida vigorosa en el siglo XVII, muchos de sus pioneros creyeron —y con razón—, que no hacían sino retomar la vieja tradición griega que había quedado interrumpida durante más de mil años. La ciencia nueva era, en su opinión, una continuación de la ciencia griega. Los viejos libros griegos que la invención de la imprenta y el nacimiento de la erudición moderna estaban poniendo en sus manos, eran los mejores a su alcance: eran, en realidad, los libros que estaban más al día en diversas ramas del conocimiento. Para Vesalio y para Stevin, en el siglo XVI, las obras de Galeno y de Arquímedes no eran curiosidades históricas. Eran los mejores tratados anatómicos y mecánicos que existían. Aún en el siglo XVIII, para Ramazzini, el fundador de la medicina industrial, la medicina hipocrática continuaba siendo una tradición viva, y para Vico, el sociólogo más profundamente original antes de Marx, Lucrecio, con su filosofía epicúrea, pudo proveer una base para la nueva ciencia de la sociedad. Existe el

sorprendente ejemplo de un libro de texto griego cuya validez ha permanecido virtualmente indiscutida hasta nuestro propio siglo. Durante la generación anterior, Euclides y la geometría eran aún términos sinónimos en las escuelas inglesas.

¿Por qué murió la ciencia griega, pese a guardar en sí una vitalidad tal como para hacerla capaz de un segundo nacimiento? Esta muerte y resurrección o este sueño y despertar, constituyen nuestro problema. En el intento de hallar una solución para este problema, daremos con el significado que para nosotros tiene la ciencia griega. Y en consecuencia, luego de nuestro viaje a Atenas vía Alejandría y Roma, nos preguntaremos por qué la ciencia, tras haber caído en profundo letargo, volvió a surgir a la vida en los Países Bajos, en Alemania, en Italia, en Francia, en Inglaterra.

Al suscitar esta cuestión y al buscarle respuesta, seguiremos el mismo método que en nuestra primera parte. No trataremos de la ciencia aisladamente, sino en sus relaciones con los acontecimientos técnicos, sociales y políticos en medio de los cuales se desarrolló.

NOTA BIBLIOGRÁFICA

Sobre la cuestión de las causas de la declinación general de la sociedad antigua y su relación con la historia del pensamiento, véase F. WALBANK, «The Causes of Greek Decline», (*Journal of Hellenic Studies*, vol. LXIV, 1944) y *The Decline of the Roman Empire in the West*, Henry Schuman, Nueva York, 1953.

CAPÍTULO I

La Academia después de Platón

Cuando Platón murió, en 348/7 a. C., dejó tras de sí una concepción mística del universo expresada en sus diálogos en una combinación única de lógica y teatro. Su debilidad no consistía en que le faltara un apoyo argumental, sino en que no estaba abierta a correcciones de la experiencia. No era tanto irracional como acientífica. Su carácter general era dualista, involucrando un fuerte contraste entre mente y materia, cuerpo y alma, dios y mundo, tiempo y eternidad. Sus ideas fundamentales derivaban de las doctrinas religiosas de los órficos, tal como habían sido refinadas y racionalizadas por la escuela pitagórica. En el último de sus diálogos, *Las Leyes*, aparece una doctrina derivada de los parsis, con un alma del mundo maligna. Este precedente del diablo cristiano es responsabilizado, entre otras cosas, de las falsas doctrinas de los grandes rivales de Platón, los atomistas. En oposición a sus doctrinas, Platón mismo enseña: 1) una concepción telealógica de la naturaleza, 2) la creencia en la transmigración de las almas, 3) la teoría de una progresiva decadencia de la creación (derivando las mujeres de hombres inferiores, y todos los animales subalternos de diversos tipos de degeneración humana) y 4) la adoración de los astros, especialmente los planetas, como los tipos de vida más elevados.

Dentro de su propia escuela sus sucesores conservaron sus escritos, pero nada pudieron hacer para desarrollar su pensamiento. Las creencias místicas que hemos enumerado no eran susceptibles de desarrollo. Ni tampoco lo era, por cierto, la Teoría de las Ideas. El gran erudito de Cambridge, Henry Jackson, escribe: «La metafísica fue, como bien se ha dicho, nada más que un breve interludio en la historia del pensamiento griego. Comenzó con Platón y con él terminó». Puede agregarse que la esperanza, en la cual ha caído la erudición moderna, de que Platón haya enseñado oralmente en la Academia una filosofía sistemática diferente de la expuesta en los diálogos en forma popular, que podemos recuperar asimismo mediante el estudio de Aristóteles y de otros discípulos, parece estar a punto de ser abandonada por engañosa. La única rama de la enseñanza de la Academia realmente susceptible de desarrollo era las matemáticas, y en ella continuó realizándose una notable labor. Fuera de ella poco o nada hay. Platón fue sucedido en la dirección de la Academia por su sobrino Espeusipo (347-339). Jackson nos recuerda que éste fue un biólogo, sin afición por la metafísica. Ni siquiera fue una gran figura en biología. El jefe siguiente fue Jenócrates (339-314). Acerca de él hace notar Jackson: «Fue un moralista complaciente que por inclinación piadosa enseñaba la filosofía de Platón sin entenderla». La historia ha demostrado que éste es el tipo de platónico prolífico y persistente. Sigue diciendo Jackson: «Luego vinieron otros moralistas, y después de ellos epistemólogos con inclinación escéptica. Así, dentro de la escuela no hubo

quien preservara una tradición inteligente». Es importante entender que a través de toda la antigüedad (y la escuela persistió durante unos novecientos años) no hubo en realidad un desarrollo, sino meramente una supervivencia del platonismo.

El Liceo después de Aristóteles

La suerte del Liceo, que Aristóteles había fundado como escisión de la Academia, y donde en los últimos trece años de su vida (335-322) alcanzó tan sorprendentes resultados en la investigación biológica e histórica, fue muy diferente de la de la Academia. Los sucesores inmediatos de Aristóteles, Teofrasto y Estratón, fueron gigantes comparables con él, y, aunque la escuela de Atenas no tiene una historia real después de ellos, no expiró sin antes pasar la antorcha al Museo de Alejandría, que la mantuvo bien encendida por lo menos durante otros ciento cincuenta años. Del Liceo y de su renuevo, el Museo de Alejandría, salió, en los doscientos años que separan a Aristóteles de Hiparco, una sucesión de grandes tratados orgánicos[1] sobre diversas ramas de la ciencia —botánica, física, anatomía, fisiología, matemáticas, astronomía, geografía, mecánica, música, gramática—, los cuales, modelados en gran parte sobre las obras del propio Aristóteles, y por encerrar y desarrollar el espíritu de éstas, constituyen, con la adición de unas pocas contribuciones posteriores de hombres como Dioscórides,[2] Tolomeo y Galeno, el más alto nivel de las realizaciones de la antigüedad y el punto de partida de la ciencia del mundo moderno.

Cuando Aristóteles murió, dejó a sus sucesores una vasta colección de materiales sobre física, metafísica, ética, lógica, política y biología. Estos escritos han llegado hasta nosotros, pero no son de lectura fácil. Cuenta un escritor antiguo que Aristóteles impartía dos clases de instrucción. Dictaba lecciones formales por la mañana a estudiantes regulares que habían dado pruebas de aptitud, rendimiento, celo y laboriosidad. Por la tarde daba enseñanza más popular a un público más amplio. Cuando Alejandro el Magno, de quien Aristóteles había sido tutor, tuvo noticia de que se habían publicado los temas de las lecciones matutinas, escribió a su maestro en son de protesta: «Si has hecho público lo que hemos aprendido de ti, ¿en qué seremos superiores a los demás? Y sin embargo, yo aspiro más a sobresalir en conocimientos que en poder y riquezas». Aristóteles le dijo que no se preocupara. «Las lecciones privadas —escribió— son a la vez publicadas no publicadas. Nadie podrá entenderlas fuera de los que han recibido también da instrucción oral». Esto aclara el carácter general de los escritos de Aristóteles que han sobrevivido. Constituyen un cuerpo de doctrina formal en lenguaje técnico o semitécnico, que demanda un empeñoso aprendizaje. En cuanto a su estilo, sólo en algunas ocasiones están pulidos por completo. Lo más frecuente es que revistan la forma de apuntes de lecciones más o menos elaborados.

Junto con este cuerpo de materiales Aristóteles legó a su escuela una tradición de

investigación organizada. Una biblioteca y laboratorios formaron parte del equipo de su escuela, y el carácter objetivo y factual del programa de investigación posibilitó, tal vez por primera vez en la historia, una combinación de dirección de estudios, trabajo en equipo, y libertad de pensamiento. Es notorio que muchas manos colaboraron en la compilación de las 158 constituciones de las ciudades-estados, destinada a formar la base factual de su filosofía política. También puede inferirse atinadamente que muchos contribuyeron a la colección de materiales para sus tratados biológicos. La libertad de pensamiento que caracterizó al Liceo es demostrada tanto por los rápidos cambios que en él se produjeron como por los puntos de vista divergentes de quienes trabajan en su seno a un mismo tiempo. En la generación inmediatamente posterior a Aristóteles hubo una división de las opiniones de la escuela, acerca de si era mejor la vida activa o la teórica. Un ejemplo tanto de la división del trabajo como de un nuevo sentido de la importancia de la historia del pensamiento, por imperfecto que fuera aún su desarrollo, se revela en la asignación a varios miembros de la escuela de la composición de historias de las diversas ramas del conocimiento. A Teofrasto se le asignó la filosofía natural, Eudemo las matemáticas y la astronomía, a Jenócrates la geometría, a Menón la medicina; Dicearco escribió una historia de la cultura griega. Tal fue la institución que modeló a los dos grandes hombres a los cuales hemos de referirnos en el resto del presente capítulo.

TEOFRASTO Y LA CRÍTICA DE LA TELEOLOGÍA

Teofrasto nació en Eresos, en la isla de Lesbos, hacia el año 373 a. C., de modo que era aproximadamente doce años menor que Aristóteles. Era hijo de un botanero, profesión importante en aquellos días. Vale la pena mencionar el dato, tanto como interesa recordar que el padre de Aristóteles era médico. Los niños nacidos en el hogar de un rentista, donde el padre obtenía sus ingresos de fincas gobernadas por un mayordomo esclavo, no tenían una oportunidad semejante para entender el aspecto práctico de la ciencia. Teofrasto, en realidad, demostró entender bastante bien el hecho de que la ciencia no sólo debe dar respuestas lógicas a preguntas enigmáticas, sino también conducir a los resultados deseados en la práctica. Comenzó su educación superior, lo mismo que Aristóteles, en la Academia, con Platón. Luego de la muerte de éste se incorporó al Liceo de Aristóteles, y allí fue su discípulo y amigo y finalmente su sucesor. Como Aristóteles murió a los sesenta y tantos años, mientras que el alumno llegó a los ochenta y cinco, resulta que Teofrasto sobrevivió a Aristóteles unos treinta y cinco años. El período comprendido entre los años 322 y 287, durante los cuales Teofrasto dirigió el Liceo, fue extraordinariamente fructífero para la ciencia. Éste es un hecho que no siempre ha sido reconocido. En verdad, hasta que las investigaciones de los últimos cincuenta años adelantaron lo suficiente como

para trastornar la opinión establecida, Teofrasto permaneció, a la sombra de su gran maestro. Ahora es evidente que debemos ver en él una figura independiente, tan original como industriosa. Tuvo la ventaja de vivir y trabajar hasta la edad de cincuenta años con una de las figuras más grandes de la historia de la ciencia. Pagó esta deuda logrando notables progresos en relación con su maestro. Si todas sus obras se hubieran conservado, formarían, a grandes rasgos, una colección de unos cincuenta volúmenes de cincuenta mil palabras cada uno. Lo que de ellas queda bastaría para formar cuatro o cinco de esos volúmenes, y nos servirá para indicarnos los progresos que efectuó en tres sectores principales: metafísica, biología, y la doctrina de los cuatro elementos.

Entre las obras conservadas de Teofrasto se encuentra un breve trabajo intitulado *Metafísica*. Su extensión —sólo ocupa diecinueve páginas en la edición de Ross y Forbes— no está en relación con su importancia ni con su dificultad. Es difícil porque pertenece a esa clase de escritos técnicos que sólo podían ser completamente entendidos por quienes se hallaban bien familiarizados con la enseñanza del Liceo. Es importante porque suscita cuestiones fundamentales para la constitución de una ciencia de la naturaleza basada en la observación. Teofrasto distingue el estudio de los primeros principios, es decir, la Metafísica, del estudio de la naturaleza, al cual los griegos llamaban Física, y trata de definir las limitaciones y vinculaciones de estas dos disciplinas. La naturaleza, nos dice, es más diversa y desordenada, y su estudio depende de las pruebas suministradas por los sentidos. Los Primeros Principios son definidos e inmutables, por hallarse en relación con los objetos de la razón, que están libres de movimiento o de cambio. Teofrasto agrega que los hombres contemplan a este último como un estudio más grande y más digno. Evidentemente, no está satisfecho con esta conclusión, pues su propósito es despejar el camino para un nuevo progreso en la ciencia fundada en la observación.

Se recordará que Aristóteles, en su *Metafísica*, había preparado el camino para sus estudios biológicos mediante su doctrina de la «forma inmaterializada» (véase cap. VIII de la Primera Parte). La noción general desprendida de esta doctrina es que la naturaleza orgánica es el resultado de un proceso en el cual un poder llamado Naturaleza o Dios impone a la Materia, en la medida de lo posible, ciertas Formas concebidas como algo en cierto modo bueno. La forma humana, por ejemplo, siempre que sea masculina, griega y libre, es algo bueno. Pero la Naturaleza no siempre puede imponer algo tan refinado a la Materia. De aquí las formas menos perfectas de las mujeres, los no-griegos y los esclavos, y, a mayor distancia, de los animales y hasta de las plantas. Pero aunque la Naturaleza no es todopoderosa, es legítimo y necesario preguntarse siempre en el estudio de sus obras *a qué objetivo apuntaba*, y suponer como principio *que no hace nada en vano*.

Ésta es toda la concepción que Teofrasto desea someter a un nuevo análisis. Primero se pregunta si existen Primeros Principios, entes de razón, aparte de los matemáticos. No puede aducir ninguno. Pero esto lo lleva a la cuestión ulterior de si

los principios de las matemáticas son también adecuados para explicar la Naturaleza. Esto lo niega por dos razones muy interesantes. Primero, dice que los principios matemáticos mismos parecen ser invención humana. Han sido creados por los hombres en el proceso de investir a las cosas con figuras, formas y proporciones, y no tienen existencia independiente. Segundo, los principios de las matemáticas parecen incapaces de impartir vida y movimiento a las cosas.

Esta segunda objeción lo conduce a una interesante especulación que va a la raíz misma de la filosofía idealista. En la filosofía presocrática materialista el movimiento había sido contemplado como el modo de existencia de la materia. Pero Platón había enseñado que la materia es esencialmente inerte y que su movimiento requiere explicación. Esta explicación había intentado darla asignando el Alma como causa del movimiento, introduciendo así la concepción dualista sobre la cual, en última instancia, descansa todo idealismo. Aristóteles había lidiado con el problema legado a la filosofía por Platón, a saber, cómo el Alma, siendo ella misma inmóvil, podía ser la fuente del movimiento de las demás cosas. Le había dado respuesta mediante una analogía. El Alma atrae a la Materia del mismo modo que la persona amada atrae al amante. Todo el movimiento y la actividad de la naturaleza, en particular la revolución de los cielos, no es sino el esfuerzo de la Materia por aproximarse al Alma. Teofrasto suscita ahora toda la cuestión, menciona la solución de Aristóteles sólo para rechazarla, y pregunta a su vez si es realmente necesario hallar una explicación del movimiento de los cielos. Vuelve, en rigor, a la posición presocrática. «Ser movido —escribe— es algo propio de la naturaleza en general, y del sistema celeste en particular. De aquí que si la actividad integra la esencia de cada objeto natural, y una cosa particular cuando es activa se halla también en movimiento, como en el caso de los animales y de las plantas (que si no estuvieran en movimiento serían animales y plantas sólo en el nombre), es claro que *también en su rotación el sistema celeste está de acuerdo con su esencia, y si estuviera divorciado de ella y se mantuviera en reposo, sería un sistema celeste sólo en el nombre*, pues la rotación es una suerte de vida del universo. Seguramente entonces, si la vida en los animales no necesita explicación, o sólo ha de explicarse de esta manera, ¿no podría suceder que en el cielo y en los cuerpos celestes el movimiento no necesitara tampoco explicación, o que hubiera de explicarse de manera especial?».

Habiendo desechado en esta forma todo el esfuerzo por crear una teología como trataron de constituirla Platón y Aristóteles a partir de lo que sabían (o se propusieron creer) sobre los movimientos de los cuerpos celestes, Teofrasto procede en su ultimo capítulo a penetrar en el sanctasantórum, el mismísimo principio teleológico. «Con respecto a la opinión según la cual todas las cosas tienen un fin y nada existe en vano, la asignación de fines no es en general tan fácil como se acostumbra a afirmar». Esta protesta contra la aserción antojadiza de la finalidad universal y contra la temeridad con que algunos filósofos asignaban fines a las cosas la sostiene Teofrasto con poderosos argumentos. ¿Cuál es el objeto —pregunta— de las inundaciones y

desbordamientos del mar, de las sequías y las lluvias torrenciales? En los animales, ¿cuál es la utilidad de las mamas en los machos, o del vello en ciertas partes del cuerpo? Pero la más importante y la más conspicua falta de propósito en la Naturaleza es la que afecta a la nutrición y al nacimiento de los animales. La presencia o la ausencia de las condiciones en que una u otro pueden ocurrir está sujeta a meras coincidencias. Si la Naturaleza se propusiera facilitárselas a los animales, lo haría siempre y de modo uniforme. Luego, sin mencionar el nombre de Aristóteles, escoge de la obra de éste ejemplos del modo teleológico de explicación, sólo para rechazarlos. Su opinión es que para que la ciencia pueda progresar debe ponerse freno a la irresponsable teleología. Concluye con las siguientes palabras: «Debemos tratar de poner un límite a la asignación de causas finales. Éste es él pre-requisito de toda la investigación científica del universo, o sea, de las condiciones de existencia de las cosas reales y de sus relaciones recíprocas».

En opinión del botánico e historiador de la ciencia suizo Senn, la crítica de la teleología que Teofrasto lleva a cabo con tal firmeza en su *Metafísica* podría aplicarse confiadamente para determinar las fechas de aquellos de sus trabajos botánicos que han llegado hasta nosotros. Las obras botánicas que se han conservado son dos: la *Historia de las plantas*, en nueve libros, y *Las causas de las plantas*, en seis. La opinión de Senn, apoyada por Brunet y por Mieli, es que esta división de los escritos botánicos no fue establecida por su autor, sino que representa el trabajo de los editores del Museo de Alejandría, quienes, al distinguir entre aquellos pasajes de los escritos de Teofrasto donde éste empleaba el principio teleológico, y aquellos en los cuales lo evita cuidadosamente, los agruparon en volúmenes separados. De acuerdo con esto, *Las causas de las plantas* vendría a representar una colección de los primeros escritos de Teofrasto, en los cuales, hallándose aún bajo la influencia de Aristóteles, quien «superó a todos los demás filósofos naturales en el descubrimiento de las causas» (DIÓGENES LAERCIO, V, 32), cayó en el modo teleológico de explicación, mientras que la *Historia de las plantas*, representarla las obras compuestas luego de la crítica de la teleología que acabamos de mencionar en la *Metafísica*.

Es loable el acento que Senn pone en la crítica de la teleología por Teofrasto, pero las conclusiones que de ello extrae no pueden ser aceptadas. Como ha indicado Regenbogen en un estudio magistral, Teofrasto sólo se propuso poner un límite al empleo del principio teleológico, pero no prescindir de él enteramente. Lo que deseaba no era un rechazo tajante del principio, sino una reserva escéptica en su aplicación. Parecería, por cierto, haber llegado a la muy moderna conclusión de que la suposición de un fin para explicar fenómenos es inadmisible, mientras que la colección de cualquier evidencia que pueda parecer indicadora de un propósito es una actividad legítima de la ciencia. Que ésta es la interpretación más exacta de la actitud de Teofrasto es algo apoyado también por el hecho de que la idea de fin no está completamente excluida de la *Historia*, mientras que la crítica de la teleología, por su

parte, tampoco está en verdad ausente de las *Causas*. No hay razón bastante para invertir el criterio tradicional, que considera a la *Historia* como la primera de ambas obras. Senn tuvo que invertir este orden para mantener su tesis. La verdad parecería ser que la crítica de la teleología, que no está ausente ni siquiera en las páginas de Aristóteles,[3] se vuelve más libre y audaz en Teofrasto, pero ello debe mirarse como un signo de su carácter escéptico científico, mantenido a lo largo de toda su carrera, más que como una crisis de pensamiento sobrevenida algunos años después de la muerte de Aristóteles, crisis que lo habría encontrado teleologista y lo habría convertido en empirista. No hay pruebas de crisis alguna. En cambio, hay en todas partes evidencia de su reserva escéptica.

Bastará con esto sobre la crítica de la teleología según se revela en sus tratados biológicos. No podemos discutir estos tratados en detalle, pero antes de abandonarlos debemos indicar cuál fue probablemente la mayor contribución al conocimiento debida a Teofrasto. Ella reside en haber establecido una neta distinción entre el reino animal y el reino vegetal. En la primera parte (cap. VIII) hemos llamado la atención sobre el famoso pasaje de Aristóteles (*Anatomía de los animales*, IV, 10), en el cual, siguiendo a Platón, éste aventura la teoría de que los animales descienden de los hombres. Si hubiéramos continuado con Aristóteles, habríamos comprobado que llegó a derivar las plantas de los animales. Sostuvo una teoría, no de la evolución, sino de la degeneración, a partir del hombre, continuando con los animales, hasta terminar en las plantas. Todo lo que nos interesa ahora de esa teoría es que no contiene diferenciación clara entre animales y plantas. Aristóteles no había conseguido definir la diferencia. En la organización de la investigación en el Liceo, Aristóteles se había encargado de la tarea de poner orden en el reino animal, y había dejado las plantas a su discípulo. Pero sin proponérselo había creado un obstáculo inicial para el establecimiento de una sólida ciencia botánica, al trazar un paralelo demasiado estrecho entre las partes de los animales y las de las plantas. Observando correctamente las analogías *funcionales* entre las diversas partes de los animales y las de las plantas, dedujo de ellas una analogía *morfológica* insostenible.

El primer libro de la *Historia* se encamina precisamente a aclarar esta confusión. Teofrasto capta en seguida la diferencia fundamental entre las partes de los animales y las de las plantas. En los animales entendemos como una parte algo que es permanente una vez que ha aparecido, salvo que se pierda por enfermedad, vejez o lesión. Pero en las plantas muchas partes —flor, hoja y fruto— se renuevan y mueren todos los años. El nuevo retoño debe ser incluido también en esta categoría, pues las plantas brotan año tras año por encima y por debajo del suelo. Si aceptamos todas éstas como partes de la planta, como en verdad debemos hacerlo, el número de las partes de una planta (al contrario de las partes de los animales) es indeterminado y cambia constantemente. Tal vez, entonces —continúa—, introduciendo nuevamente su divergencia con su maestro sin mencionar el nombre de éste, no debiéramos esperar hallamos con una completa correspondencia entre las partes de las plantas y

las de los animales, y sería temerario incluir los frutos como partes de las plantas, cuando no incluimos como partes de los animales a sus hijos. Redondea su exposición con estas enérgicas palabras: «Es una pérdida de tiempo forzar comparaciones allí donde no existen, y ello constituye un obstáculo para nuestra rama especial del conocimiento». En este estilo magistral pero discreto Teofrasto separó al reino animal del vegetal, y estableció la ciencia de la botánica a una altura tal, que no habría de elevarse por encima de ella hasta los tiempos modernos.

Igualmente magistral es su crítica de la doctrina tradicional de los cuatro elementos. Para todas las escuelas antiguas era doctrina aceptada que, cualquiera fuese la estructura última de la materia, ésta se presentaba a la observación humana bajo cuatro formas primarias: Tierra, Agua, Aire y Fuego, cada una de las cuales se distinguía de las demás por la posesión de ciertas cualidades. En la doctrina aristotélica la Tierra era seca y fría; el Agua, húmeda y fría; el Aire, húmedo y caliente; el Fuego, seco y caliente. La Sequedad, la Humedad, el Calor y el Frío eran Formas que al ser aplicadas en pares a la Materia indiferenciada trajeron a la existencia las cuatro sustancias primarias de las cuales estaba formado el universo. Cada uno de los elementos compartía una cualidad con otro, y se sostenía que esta cualidad común facilitaba su mutua transformación —suponiéndose que este proceso tenía lugar continuamente en la naturaleza. Tal era el punto de vista tradicional, en su forma aristotélica. La capacidad de Teofrasto para trascender y profundizar ésta concepción está probada por un fragmento, de veintitrés páginas de extensión, que forma parte de un tratado *Sobre el fuego*. El pasaje inicial es de gran importancia para nosotros. A continuación lo damos traducido, en forma ligeramente condensada:

> De todos los elementos, es el Fuego el que tiene las propiedades más notables. El Aire, el Agua, y la Tierra sólo pueden transformarse uno en otro: ninguno de ellos puede generarse a sí mismo. El Fuego, no sólo puede generarse a sí mismo, sino que puede extinguirse a sí mismo. Un fuego pequeño puede engendrar uno grande; uno grande puede apagar uno pequeño (Teofrasto explica lo que quiere dar a entender por esto último: una lámpara colocada sobre una hoguera se apaga). Además, casi todas las formas de engendrar fuego parecen involucrar fuerza. Por ejemplo, el golpe del pedernal sobre el hierro, el frotamiento de dos maderas y la generación de fuego en el aire por el amontonamiento y choque de las nubes. El contraste entre la fuerza involucrada en la generación del fuego y la transformación recíproca natural de los otros tres elementos nos brinda una notable conclusión. Podemos generar fuego, pero no podemos generar los otros tres. Ni siquiera cuando cavamos un pozo damos ser al agua, sino que meramente la hacemos visible al reunirla a partir de un estado disperso. Pero todavía falta mencionar la mayor y más importante de las diferencias. Los otros elementos son autosubsistentes, no necesitan un substrato. El fuego sí lo necesita —al menos aquel fuego que podemos percibir por nuestros sentidos. Esto es cierto ya sea que incluyamos o no a la luz en nuestro concepto de fuego. Si incluímos la luz, ésta requiere aire o agua como medio. Si no incluímos la luz, tanto el fuego de la llama como el de la brasa encendida existen en un substrato. La llama es humo encendido. El carbón es un sólido tesoro. No importa si él fuego está en el cielo o en la tierra. En el primer caso es aire encendido, en el segundo caso es alguno de los tres otros elementos ardiendo, o bien dos de ellos. Hablando en términos generales, el fuego siempre está comenzando a existir. Es una forma del movimiento. Parece a medida que llega al ser. Parece en cuanto abandona su substrato. Esto es lo que querían decir los antiguos cuando afirmaban que el fuego siempre está en busca de alimento. Vieron que no podía subsistir sin su material. ¿Qué sentido tiene, pues, llamar al Fuego Primer Principio, si no puede subsistir sin algún material? Pues, como hemos visto, no es una cosa simple, ni puede existir antes que su substrato y su material. Podría argüirse, por supuesto, que en la esfera más externa existe una especie de fuego consistente en calor puro y sin mezcla. Si así fuera no podría arder, y arder es la naturaleza del fuego.

Es difícil que el lector comprenda el adelanto científico registrado en este pasaje sin reproducir una larga cita de Aristóteles, para la cual no tenemos lugar. Deriva su carácter especial de su acumulación de observaciones cuidadosas de procesos tanto naturales como artificiales, y del estrecho contacto que el razonamiento conserva con los hechos observados.

La gran novedad de esto será evidente para quien se remita al tratado de Aristóteles *De la generación y la corrupción*, y lea los primeros cuatro o cinco capítulos del libro II. Allí encontrará mucha lógica y muy poca observación. La comparación de ambos pasajes le hará comprender la diferencia entre estudiar filosofía natural con los ojos de la razón, o con los ojos de los sentidos. Es claro que se están produciendo grandes cambios en el Liceo, pero estos cambios están en la línea del propio desarrollo de Aristóteles. La práctica de la observación que él mismo había empleado con tanto éxito en el terreno de la biología (véase cap. VIII de la Primera Parte) es extendida ahora por su discípulo al estudio de la materia inorgánica e inanimada. Es evidente también que el nuevo método empírico no tardará mucho en barrer las concepciones físicas que Aristóteles había traído consigo de la Academia. La observación de que el fuego no puede existir sin un substrato, que el fuego es algo que está ardiendo, conduce de inmediato a la teoría de que el fuego no es un elemento sino más bien un compuesto, y luego a la sugestión más evolucionada de que lo Caliente y lo Frío no son en realidad principios aristotélica y preparan el camino para Estratón.

En su *Metafísica*, Teofrasto deja caer, la observación de que en nuestros esfuerzos por entender el comportamiento de la materia «debemos en general proceder mediante referencias a las artes y trazando analogías entre los procesos naturales y los artificiales» (8*a*, 19, 20). En la primera parte hemos hablado extensamente sobre la importancia de este enfoque para los precursores científicos griegos. Lo que Teofrasto quiere dar a entender mediante esto es abundantemente ilustrado por su fragmento *Sobre el fuego*, así como por otros de sus escritos. En la veintitantas páginas de este tratado hay centenares de observaciones tanto de procesos naturales como artificiales. Cuando los estudiamos con cuidado vemos que la atención prestada a los procesos artificiales involucrados en las artesanías agudiza su observación de los procesos naturales y le sugiere su explicación. Así, en el ejemplo anterior, al afirmar que el fuego generalmente requiere fuerza o violencia para ser engendrado, agrupa en una misma sentencia los medios artificiales que los hombres emplean para encenderlo, y el fenómeno natural del rayo, que en esta forma alcanza su explicación. Más adelante compara el color rojo que asume a veces la luz con la llama roja de los leños verdes, y decide que ésta recibe su color del exceso de elemento húmedo y térreo contenido en dichos leños en comparación con los que están curados, y que el sol adquiere su tinte rojizo siempre que «el aire está denso».

Este constante ir y venir de comparaciones entre las observaciones de los fenómenos naturales y las de los artificiales es la raíz de donde ha crecido la técnica del experimento. Por supuesto, todavía no constituye una tal técnica. Pero con el nombre de Estratón alcanzamos el punto en el cual la ciencia griega establece plenamente una técnica del experimento, y podemos detenernos por un momento a rastrear algunos de los pasos mediante los cuales se logró un progreso tan decisivo e importante en el método científico. El botánico suizo Senn, que ha hecho contribuciones tan importantes a la historia del pensamiento científico, también puede ayudamos aquí En un examen de los escritos hipocráticos hace una distinción entre dos tipos de comparaciones que ellos contienen. Con mucha frecuencia nos encontramos con comparaciones entre los procesos fisiológicos que son investigados, y experiencias frecuentes en la vida práctica. El autor, por ejemplo, hace una observación como ésta: «Es tal como si añadiéramos agua fría al agua hirviente: ésta deja de hervir». Aquí, un fenómeno de la medicina que el autor trata de comprender es ilustrado mediante una referencia a una experiencia común, pero no se sugiere que el alumno deba tratar él mismo de efectuar el experimento, Sin embargo, con menor frecuencia, llegamos a una fórmula de este tipo: «Si haces esto y aquello, comprobarás que sucede tal y tal cosa». Ahora parece claro que se invita al estudiante a repetir el experimento por sí mismo, suponiéndose que así ha de hacerlo en efecto.

Un buen ejemplo de experimento de esta índole se encuentra en *Medicina antigua* (cap. XXII). El autor inculca aquí al estudiante que hay una relación entre la estructura de los órganos internos del cuerpo y las funciones que éstos desempeñan. Sienta el principio general de que el funcionamiento de las vísceras, por estar éstas ocultas, puede estudiarse con más comodidad examinando objetos exteriores de forma similar. «Ahora bien, ¿qué estructura se halla mejor adaptada a extraer y atraer fluido del resto del cuerpo: la hueca, con boca amplia, la maciza y redonda, o la hueca y fusiforme? Creo que la mejor adaptada es una vasija grande y hueca, con una boca fusiforme. Estos principios deben ser aprendidos de los objetos externos y visibles. Por ejemplo, si abres tu boca del todo, no absorberás fluido alguno; pero si contraes y haces sobresalir tus labios, o si los aprietas y colocas un tubo entre ellos, fácilmente podrás chupar cuanto desees. Asimismo, las ventosas, que son anchas y ahusadas, reciben esa forma para extraer y succionar la sangre de la carne. Hay muchos otros ejemplos de la misma clase. Ahora bien: dentro del cuerpo humano, la vejiga, la cabeza y el útero tienen esa forma. Es evidente que esos tres órfanos atraen poderosamente, y que siempre están llenos del fluido procedente del exterior».

Aquí hay algo a todas luces diferente de una mera referencia a un suceso habitual utilizado con carácter ilustrativo durante una discusión. Aquí se pide al oyente que

ejecute un acto confirmativo, que repita la experiencia. Todavía es algo rudimentario en su desarrollo, pero es un experimento genuino. Este método, que entre las escuelas más antiguas se encuentra con mayor claridad en los pitagóricos, sólo es empleado ocasionalmente por los demás presocráticos, o por la Academia, o aún por los peripatéticos hasta Teofrasto inclusive. Su florecimiento repentino se produce justamente con su sucesor de Teofrasto Estratón.

Considerando la importancia de este hombre, nuestros conocimientos acerca de él son en verdad misérrimos. Sabemos que nació en Lampsaco y que vivió por algún tiempo en el palacio real de Alejandría, antes de ser nombrado para dirigir el Liceo en Atenas; sabemos asimismo que estuvo al frente de dicha institución desde 287 hasta 269. Debe de haber sido ya famoso antes de presidir la escuela aristotélica, pues de lo contrario no habría sido llamado por el primero de los Tolomeos (Soter) para supervisar la educación de su hijo, el segundo Tolomeo (Filadelfo), motivando así la residencia de Estratón en Alejandría. Difícilmente tendría menos de cuarenta años de edad, y bien podría haber llegado a los cincuenta cuando se hizo cargo de su puesto en Atenas. Diógenes Laercio nos ofrece una lista de alrededor de cuarenta de sus escritos, pero el tiempo nos ha arrebatado la totalidad de ellos, y la erudición moderna todavía no ha finalizado la tarea de suministrarnos una edición científica de los fragmentos de sus obras que pueden espigarse de autores más recientes.

Con todo, el historiador Polibio, que vivió unos cien años más tarde, nos dice que se lo conocía en la antigüedad bajo el nombre de El Físico (por supuesto, en el viejo sentido griego del término, o sea el filósofo natural). Cicerón explica la elección de este título diciéndonos que Estratón «abandonó la ética, que es la parte más necesaria de la filosofía, y se dedicó a la investigación de la naturaleza». No es probable que Cicerón haya sido el único en condenar tal elección, y el hecho de que ésta haya acarreado críticas a Estratón en sus propios días está abonado por otro juicio de Polibio, según el cual «sus escritos críticos y polémicos eran brillantes, pero la exposición de sus propias ideas, pesada». El lector probablemente admitirá, cuando hayamos finalizado nuestra relación de la obra de Estratón, que la última palabra usada por Polibio, «pesada», debe ser interceptada como «demasiado científica para el genio de la época». Por su parte, Diógenes Laercio, al concluir su breve reseña sobre Estratón, parece arrojar un poco más de luz sobre este punto. Nos dice que «sobresalió en todas las ramas del conocimiento, pero más que en ninguna otra en la forma que es titulada filosofía de la naturaleza, *rama de la filosofía más antigua y más seria que las demás*. Seguramente no nos engañaremos al ver en estas notables palabras la defensa por el propio Estratón de su preferencia por la filosofía natural, con respecto a la ética y la política. Estratón seguramente diría que la filosofía natural es más antigua, por ser característica de las escuelas más primitivas, antes de que Sócrates apartara de la naturaleza a la filosofía para volcarla sobre el hombre. La llamaría sin duda más seria, por estar más relacionada con las artes básicas de las cuales depende la vida misma, que con las artes que son el adorno de una civilización

decadente. Hemos citado en la primera parte de esta obra (cap. VII) la opinión de los presocráticos de que «las artes que contribuyen más notablemente a la vida humana son las que combinan sus propias fuerzas con las de la naturaleza, como la medicina, la agricultura y la gimnasia». Esta descripción tiende a ponerlas en contraste con aquellas artes que imitan meramente a la naturaleza sin alterarla, como la pintura o la música. Indudablemente, hemos dado aquí con algo fundamental en la concepción de Estratón, cuya actitud experimental frente a la ciencia no implicaba la observación meramente pasiva de los procesos de la naturaleza, sino la activa intervención en éstos. Estratón tenía plena conciencia de las aplicaciones prácticas de sus teorías físicas. El antiguo escritor que nos ha conservado la mejor exposición de ellas las presenta con las siguientes palabras «Pueden proveernos con los requisitos más fundamentales de una existencia civilizada».

Dada la pérdida de las obras de Estratón, era difícil demostrar cuán completa era la forma en que había concebido la idea y establecido la práctica de la investigación experimental, hasta que se produjo en 1893 un gran descubrimiento debido al genio penetrante de Hermann Deils. Entre las obras sobrevivientes de la ciencia griega, ocupa un un lugar distinguido la *Neumática* de Herón de Alejandría, obra que data de la segunda mitad del primer siglo de nuestra era. En las primeras páginas de este libro de texto se supone una teoría científica de la naturaleza del vacío, que reviste carácter evidentemente avanzado. Es empírica en su método, tiene una terminología fija e implica un sistema físico unificado. Diels, que fue el primero en analizar las especiales cualidades de esta sección inaugural del libro, también logró demostrar que ella es en su mayor parte obra de Estratón. De este pasaje ofreceremos al lector una traducción ligeramente condensada. Constituye la mejor introducción al genio de Estratón.

La ciencia de la neumática era tenida en gran estima por todos los filósofos e ingenieros de la antigüedad: los primeros se ocuparon de deducir lógicamente sus principios; los segundos, de determinarlos mediante pruebas experimentales. En el presente libro nos hemos sentido obligados a suministrar una exposición ordenada de los principios establecidos de la ciencia, y a sumarles nuestros propios descubrimientos. Esperamos en esta forma ser útiles a los futuros estudiantes de la materia.

Sin embargo, antes de empezar con los particulares de nuestra exposición, queda un tópico general por discutir, a saber, la naturaleza del vacío. Algunos autores niegan enfáticamente su existencia. Otros dicen que en condiciones normales no hay cosa tal como un vacío continuo, sino que existen pequeños vacíos en estado de dispersión en el aire, el agua, el fuego y otros cuerpos. Ésta es la opinión a la cual debemos adherirnos. Procederemos ahora a demostrar mediante pruebas experimentales que esta interpretación del asunto es verdadera.

Debemos ante todo corregir una ilusión popular. Debe entenderse claramente que las vasijas tomadas generalmente porvacías no lo están en realidad, sino que se encuentran llenas de aire. Ahora bien, en la opinión de los filósofos naturales, el aire consta de menudas partículas de materia, en su mayoría invisibles para nosotros. De acuerdo con esto, si uno echa agua en una vasija aparentemente vacía, sale de ella un volumen de aire igual al volumen del agua que se le ha vertido. Para demostrarlo, haz el siguiente experimento. Toma una vasija aparentemente vacía. Vuélvela boca abajo, procurando que se mantenga en posición vertical, e introdúcela en un recipiente con agua. Aunque la hagas penetrar hasta que se halle completamente cubierta, el agua no entrará en ella. Esto demuestra que el aire es una cosa material, que impide que el agua penetre en la vasija, porque él ha ocupado previamente todo el espacio disponible. Luego, haz un orificio en la base de la vasija. El agua penetrará por la boca mientras el aire se escapa por dicho orificio. Pero antes de perforar la base levanta la vasija verticalmente, sácala del agua, vuélvela boca arriba y examínala, y verás que su interior ha permanecido perfectamente seco. Esto demuestra que el aire es una sustancia corpórea.

El aire se convierte en viento al ser puesto en movimiento. El viento es simplemente aire en movimiento. Si una vez perforada la base de la vasija introduces ésta en el agua, manteniendo tu mano cerca del orificio, sentirás el viento que se escapa de la vasija. Éste no es sino el aire expulsado por el agua. Por lo tanto, no debes suponer que existe un vacío continuo entre las cosas, sino que existen pequeños vacíos en estado disperso en el aire, el agua y otros cuerpos. Esto debe ser entendido en el sentido de que las partículas de aire, aunque estén en recíproco contacto, no encajan completamente unas en otras. Dejan entre sí espacios vacíos, como la arena en la playa. Los granos de arena pueden ser comparados con las partículas de aire, y el aire entre los granos de arena ha de compararse con el vacío entre las partículas de aire.

Como consecuencia de esta estructura física del aire, éste puede, cuando se le aplica una fuerza externa, ser comprimido y alojado en los espacios vacíos, al ser apretadas sus partículas en forma contraria a la naturaleza. Cuando disminuye la presión, vuelve a su estado anterior, gracias a la elasticidad de las partículas. De modo similar, si la aplicación de alguna fuerza motiva la mutua separación de las partículas y la creación de espacios vacíos entre ellas mayores que los naturales en condición normal, su tendencia es volver a juntarse nuevamente. La razón de esto es que el movimiento de las partículas se hace más rápido a través del vacío, por no haber nada que lo impida o le oponga resistencia hasta que las partículas vuelven a establecer contacto entre sí.

Veamos la siguiente demostración experimental de la antedicha teoría. Toma una vasija liviana, con boca estrecha; succiona el aire de su interior y aparta tus manos de ella. La vasija continuará suspendida de tus labios, porque el vacío tenderá a absorber la carne para ocupar el espacio vacuo. Esto demuestra que un vacío continuo ha sido

creado en la vasija. He aquí otra prueba de esto. Los médicos tienen vasos de vidrio con bocas estrechas a los que llaman «huevos». Cuando quieren llenarlos con un líquido succionan el aire de su interior, ponen los dedos en la boca del vaso y lo introducen invertido en el líquido. Éste es entonces atraído hasta llenar el espacio vacío, pese a que un movimiento hacia arriba es antinatural en un líquido.

Volvamos ahora a los que niegan terminantemente la existencia del vacío. Es posible, desde luego, que ellos descubran muchos argumentos para replicar a lo que se ha dicho, y en ausencia de demostración experimental alguna, podría parecer que su lógica conquista una fácil victoria. Les demostraremos, por lo tanto, mediante fenómenos susceptibles de ser sometidos a observación dos hechos, a saber: 1) que hay cosa tal como un vacío continuo, pero que sólo existe en forma contraria a la naturaleza, y 2) que el vacío existe también de acuerdo con la naturaleza, pero sólo en cantidades pequeñas y dispersas. También les demostraremos que al ser comprimidos los cuerpos rellenan esos vacíos dispersos. Tales demostraciones no dejarán escapatoria a estos gimnastas verbales.

Para nuestra demostración necesitaremos una esfera metálica de una capacidad aproximada de un par de litros, construida con una lámina de metal lo suficientemente gruesa como para resistir cualquier tendencia aplastarse. Esta esfera debe ser hermética al aire. Un tubo de cobre, un caño de poco diámetro, debe ser insertado en la esfera de modo que no toque el punto diametralmente opuesto al de entrada, sino que deje lugar para el paso del agua. Este tubo debe sobresalir de la esfera como medio palmo. La parte de la esfera que rodea el punto de inserción del tubo debe ser soldada de modo que caño y esfera presenten una superficie continua. Deberá eliminarse la posibilidad de que el aire introducido forzadamente en la esfera al soplar pueda escaparse por alguna resquebrajadura.

Ahora, analicemos en detalle las condiciones del experimento. Desde un principio hay aire en la esfera, lo mismo que en todas las vasijas popularmente llamadas vacías, y el aire llena todo el espacio cerrado y se aprieta constantemente contra la pared que lo contiene. Ahora bien, de acuerdo con los lógicos, al no haber ningún espacio absolutamente desocupado, debería resultar imposible introducir agua, o más aire, salvo que se desplazara algo del aire la contenido en el recipiente. Por otra parte, si se intentara introducir en él por la fuerza aire o agua, hallándose lleno de antemano, estallaría antes que admitirlo. Muy bien. ¿Qué es lo que en realidad sucede? Aquel que pone los labios en el tubo puede introducir soplando una gran cantidad de aire en la esfera sin que se escape porción alguna del que ya estaba en el interior. Esto mismo volverá a suceder cuantas veces se repita el experimento, y constituye una prueba evidente de que las partículas de aire de la esfera son constreñidas a penetrar en los espacios vacíos que había entre ellas. Esta contracción es contraria a las leyes de la naturaleza, siendo consecuencia de la introducción forzada de aire. Por otra parte, si una vez que se ha soplado se obtura rápidamente el caño con un dedo, el aire permanece comprimido en la esfera. Pero al sacar el dedo, el aire que estaba forzado

en el interior sale de inmediato, ruidosa y violentamente, al ser expulsado por la expansión del aire interior, debido a su elasticidad.

Si se intenta el experimento inverso, una gran cantidad del aire contenido en la esfera puede ser succionado sin que otro aire alguno penetre para reemplazarlo, como vimos anteriormente en el caso del «huevo». Este experimento demuestra de modo terminante que en la esfera tiene lugar la formación de un vacío continuo. De aquí se concluye que los espacios vacíos están dispersos entre los intersticios de las partículas de aire, y que cuando se lo fuerza, el aire es introducido en esos espacios vacíos, mediante una compresión contraria a la naturaleza. La existencia de un vacío continuo contrario a la naturaleza ya ha sido demostrada mediante la adherencia de un recipiente liviano a los labios, y mediante el ejemplo de los «huevos» utilizados por los médicos. Muchos otros experimentos podrían aducirse sobre la naturaleza del vacío, pero con éstos bastará, pues se fundan en la evidencia de fenómenos observables. Resumiendo, pues, podemos decir que todo cuerpo está formado de partículas pequeñísimas de su propio material, entre las cuales se hallan esparcidos espacios vacíos más pequeños que sus partes. Sólo mediante un abuso del lenguaje podría sostenerse que, en ausencia de fuerza, no existe en absoluto vacío, sino que todo está lleno de aire, o agua, o alguna otra sustancia, y que sólo en la medida que una de esas sustancias se desplaza puede otra pasar a ocupar el espacio vacío.

El autor de la reseña bibliográfica de uno de mis libros, publicaba en el *Journal of Roman Studies* (vol. XXXI, 1941, página 149) manifiesta categóricamente que «el experimentalismo, como teoría sistemática, fue desconocido en la antigüedad: es un producto del Renacimiento». En vista de la cita que acabamos de reproducir —que, por otra parte, no es única—, el juicio de ese comentarista debe considerarse infundado. En Estratón nos encontramos con el representante de un experimentalismo sistemático que encama la culminación de una práctica ocasionalmente observada en tiempos más antiguos por los pitagóricos, por Empédocles, por Anaxágoras y por algunos médicos de la escuela hipocrática, experimentalismo que ha llegado tan lejos como para exigir la construcción de aparatos especiales para la solución de un tipo especial de problema, y que está respaldado por la aserción explícita de la primacía del experimento sobre la demostración lógica.

Entre los discípulos de Estratón se contó un físico alejandrino, Erasístrato, de quien tendremos algo que decir más adelante. Entre los fragmentos de sus obras encontramos una conmovedora expresión del celo por la filosofía natural que consumía a los hombres de esta época que habían caído bajo la influencia del Liceo. Dicho pasaje es de los *Escritos Menores* de Galeno (II, 17, Ed. Müller) y es citado en el libro de Heidel, *La edad heroica de la Ciencia*: «Aquellos que no están en absoluto acostumbrados a la investigación se confunden y se ciegan en cuanto empiezan a ejercitar su inteligencia, y rápidamente desisten, debido a la fatiga y a la falta de vigor

intelectual, lo mismo que quienes intentan, sin entrenamiento previo, participar en una carrera. Pero aquel que está acostumbrado a la investigación, abriéndose paso y dando vuelta en todas direcciones, no abandona la investigación, no diré al cabo de un día ni de una noche, sino ni siquiera en toda su vida. Éste no descansará, sino que revolverá su atención de una cosa a otra que pueda considerar importante para la investigación del asunto, hasta que llega a solucionar el problema».

Para que nadie suponga que la investigación encarada por Erasístrato en este delicioso pasaje era de aquellas que pueden ser llevadas a cabo totalmente en el interior de la cabeza, como Parménides lo recomendó y como lo practicó Platón, citemos *en passant* uno de los experimentos de este gran fisiólogo. Recordemos que está tratando de investigar los procesos de la vida, y que le preocupa el significado de la respiración, tal como había preocupado a Empédocles mucho antes en su experimento con la vasija (véase cap. IV de la Primera Parte). ¡Pero qué maravilloso progreso se ha realizado en la técnica del experimento! Abriéndose paso a través de su problema y volviéndose en todas direcciones, Erasístrato llegó a un experimento que anticipa la famosa realización de Santorio (1561-1636). Éste, en un experimento muy bien descrito por Singer (*A Short History of Medicine*, página 108), vivió durante cierto tiempo suspendido en una balanza de su propio diseño, para investigar los cambios de peso en el organismo humano. De manera similar, Erasístrato colocó un pájaro en una jaula, lo pesó, lo mantuvo en ayunas y lo pesó nuevamente junto con sus excrementos, con lo que sólo llegó a comprobar una considerable pérdida de peso. Recomendaba la repetición de este experimento como cosa de rutina (Diels, *Anonymi Londinensis*, págs. 62 y sigts.).[4] Aquí debe notarse la medición exacta involucrada en la pesada. ¡Tan perfecto y tan diverso en sus aplicaciones se había vuelto el método experimental!

Si volvemos ahora a Estratón, hallaremos abundantes pruebas de cómo él también se abrió camino y se volvió en todas direcciones en sus esfuerzos para resolver sus problemas. En el pasaje citado más arriba he utilizado una versión abreviada para concentrar la atención en el principal experimento con la esfera. Pero si nos remitimos al texto completo hallaremos la constancia de muchos experimentos suplementarios. Al aventurar la teoría de la presencia en todas las sustancias de espacios vacíos esparcidos entre las partículas, Estratón se atreve a sugerir que el «diamante» debe de ser la única sustancia que no contiene vacío. Dice que es indestructible por el fuego, y que ofrece tal resistencia a los golpes que se incrusta en el martillo o en el yunque. Desde luego que el diamante se quiebra bajo el golpe de un martillo, a lo largo de los planos de su cristal. Sería bueno tener una información más completa sobre las pruebas que Estratón efectuó a este respecto. Probablemente haya encontrado partículas diminutas de esmeril o corindón incrustadas en el martillo o en el yunque. La palabra traducida más arriba como «diamante» podría aplicarse igualmente a uno o a otro. Cuando menciona la elasticidad del aire ilustra su explicación mediante comparaciones con el comportamiento de raspaduras de cuerno

y de una esponja seca. La evidencia resultante de tos vasijas livianas que quedan pendientes de los labios cuando se ha succionado el aire de su interior es reforzada con el ejemplo de la ventosa de vidrio, más pesada, en la cual la rarefacción ha sido producida, no por succión, sino mediante el calor.

Esto conduce a una sección notable, en la cual se trata de la acción del calor sobre diversos cuerpos. Se indica que si el calor se aplica al carbón para producir coque, éste aparenta a simple vista igual volumen que el primero, pero al pesarlo se comprueba que es más liviano. Ésta es otra muestra de medición exacta de los fenómenos. La pérdida de peso es atribuida a la transformación del carbón, bajo la acción del fuego, en tres sustancias de diferentes densidades, calificadas como fuego, aire y tierra. Sigue a esto un interesante comentario respecto a la acción del fuego sobre el agua. Para mantener nuestra perspectiva histórica sería conveniente recordar al lector que no fue hasta 1615 que llegó a distinguir específicamente el aire del vapor, y se extrajo la conclusión práctica de que en la presión del vapor se encerraban potencialidades mucho mayores que las que podían cifrarse en la presión del aire. Fue la obra de Cardano (1501-1576) y de Porta (1538-1615) la que condujo al pronunciamiento decisivo de Salomón de Caus (1576-1630) de que el vapor es agua evaporada, y que al enfriarse vuelve a su condición original. Ahora bien, Estratón no tuvo buen éxito en cuanto a trazar la distinción entre el vapor y el aire, pero deja expresa constancia de que «el vapor que sale de un caldero hirviente no es sino agua enrarecida que se convierte en “aire”. No podía saber hasta qué punto este vapor difiere del aire que respiramos.

Estratón empleó su teoría del vacío discontinuo en las cosas para ayudarse en la interpretación de muchos fenómenos. Ella tiene, en efecto, mucho que ver con el problema de las diferencias de densidad en diversas sustancias. La invoca para asistirse en la interpretación del efecto de los rayos del sol en la evaporación de la humedad, y en los fenómenos del rocío y de las fuentes termales. Pero tal vez la más sugestiva de sus aplicaciones sea la referente al problema de la propagación de la luz. «Si el vacío no existiera, ni la luz, ni el calor, ni ninguna otra fuerza material podría penetrar la sustancia del agua, o del aire, o de cualquier otro cuerpo. ¿Cómo, por ejemplo, podrían los rayos del sol llegar hasta el fondo de un cubo lleno de agua? Si no hubiera intersticios en el agua, sino que los rayos del sol debieran forzosamente hendirla, las vasijas repletas se desbordarían. Sin embargo, se ve que no ocurre así. Hay además otra prueba. Si los rayos hendiesen el agua por la fuerza, todos ellos llegarían al fondo del recipiente, en lugar de ser unos reflejados y penetrar otros hasta el fondo. Lo que en realidad ocurre es que los rayos que chocan con partículas de agua son reflejados, y los que hallan espacios vacíos o se encuentran con sólo unas pocas partículas de agua llegan hasta el fondo». Otra prueba de la porosidad del agua reside en el hecho de que si se vierte vino en ella, se dispersa visiblemente a través de todo el cuerpo ácueo. Una conclusión similar es extraída de la interpenetración de la luz por la luz. «Cuando se encienden más lámparas, todo el lugar se ilumina pareja y

progresivamente, pues los rayos de la luz se propagan los unos a través de los otros». Por supuesto, hay innumerables debilidades en estas demostraciones, pero en todas ellas nos encontramos con un hombre que, allí donde se trata de hechos físicos, prefiere una demostración a un argumento. Hallamos ulterior confirmación del hábito que Estratón tenía de apelar a los hechos en un pasaje de otro escritor, Simplicio (659, 22). Él nos dice que Estratón, enfrentado con el interminable debate acerca de si el cambio de posición es posible sin suponer un vacío continuo, solucionó el asunto mediante una sencilla demostración. Colocó una piedra en una vasija cerrada, llena de agua; invirtió la vasija y demostró que la piedra había cambiado de lugar.

No sólo era fértil en concebir experimentos, sino que también aplicó de la manera más penetrante sus principios en muchos campos nuevos. Por ejemplo, en unas cuantas sentencias de un tratado anónimo que ha llegado hasta nosotros en el conjunto de la obra de Aristóteles —sentencias que ahora se atribuyen con cierto fundamento a Estratón—, lo encontramos sentando las bases de una correcta teoría del sonido. Todos los sonidos, vocales o no, proceden de cuerpos que caen sobre cuerpos, o de aire que cae sobre cuerpos. La propagación del sonido no se debe a que el aire tome determinada forma, como algunos creen, sino a que éste es un medio elástico, que se contrae y se dilata según el impulso que se imparte… Pues cuando el impacto del aliento hiere el aire, éste es movido violentamente, e imparte igual moción al aire que lo rodea, con el resultado de que el mismo sonido es transportado en todas las direcciones, a medida que se extiende el movimiento del aire».

Estos ejemplos bastan para demostrar que Estratón había establecido plenamente el método experimental, y que le había dado una aplicación maravillosamente amplia. Es también importante para nosotros comprender la independencia mental que desplegó al hacerlo. Ya se ha dicho que Teofrasto había arrojado por la borda la concepción aristotélica de la materia. Estratón está dispuesto a ir mucho más lejos. Arroja por la borda también la doctrina aristotélica del peso. Aristóteles había enseñado que dos de los elementos, el Agua y la Tierra, tienen una tendencia natural a moverse hacia abajo, a la cual llamó gravedad, mientras que los otros dos, el Aire y el Fuego, tienen una tendencia natural a moverse hacia arriba, a la cual llamó levedad. Es decir, que Aristóteles intentó relacionar su doctrina del peso con una teoría del «lugar natural», mediante la cual todo elemento del universo tendría un lugar hacia el cual tendería naturalmente. En sustitución de ella, Estratón adoptó el punto de vista de Demócrito de que el peso es movimiento hacia el centro, de que todos los elementos tienen gravedad y ninguno levedad, sino que el más ligero reposa sobre el más pesado, y de que la masa depende de la mayor o menor cantidad de materia en un volumen dado. Pero no debe suponerse por esto que Estratón haya abjurado de Aristóteles únicamente para jurar lealtad a Demócrito y sus átomos. No es así. Pues aunque acepta de Demócrito la idea del vacío dentro de los cuerpos, rechaza la idea de un vacío externo continuo. Aunque cree que la materia está compuesta de partículas invisibles diminutas, rechaza la idea de que todas las

cualidades de las cosas dependen del tamaño, forma y posición de los átomos, como acabamos de ver, por ejemplo, en su teoría del sonido. También hay pruebas de que trató de rehuir la concepción mecanicista de Demócrito.

En este punto es adecuado considerar cuál era la cosmovisión general de este gran experimentalista. Es evidente que con él todas las ideas antropomórficas y telealógicas habían sido finalmente desechadas. Cicerón nos dice (*Sobre la naturaleza de los dioses*, I, 13, 35) que «Estratón el físico era de opinión de que todos los poderes divinos residen en la naturaleza, y de que la naturaleza, que es un poder sin forma ni capacidad para sentir, contiene en sí todas las causas de la generación, el crecimiento y la disminución». En otro, pasaje (*Cuestiones Académicas*, II, 3, 121), que parece reflejar el ágil estilo polémico de Estratón, Cicerón expone un poco más extensamente los puntos de vista de éste: «Estratón, de Lampsaco dispensa a dios de su ardua tarea, opinando que si los sacerdotes de los dioses disfrutan de vacaciones, es justo que también las gocen los dioses mismos. Dice que no recurre a la ayuda de los dioses para fabricar el mundo. Todo lo que existe —afirma— es obra de la naturaleza, pero añade que no lo dice en el sentido de aquel autor, según el cual todas las cosas son conglomerados de átomos, ásperos y lisos, ganchudos y puntiagudos, mezclados con el vacío. A éstas concepciones las llama ilusiones de Demócrito, quien no podía demostrarlas, sino sólo desearlas. Pero en cuanto a él mismo, examina una por una las partes del universo, y demuestra que cuanto existe o llega a existir está constituido de fuerzas y movimientos puramente naturales». El punto de vista de Estratón es claro: su deseo es identificar lo divino con lo natural, y al mismo tiempo encarar el conjunto de la naturaleza como el campo legítimo de la investigación científica. Se trata de un audaz esfuerzo por eliminar la idea de lo sobrenatural, pero no es la primera vez que nos encontramos con él en nuestro estudio de la historia del pensamiento griego. Esta opinión también era característica de algunos de los médicos hipocráticos (véase capítulo VI de la Primera Parte).

Estratón —quien, al revés de Teofrasto, no parece haberse inclinado a vacilar entre dos opiniones distintas— solió llevar sus principios hasta sus conclusiones lógicas, en todas las ramas de la ciencia. Terminaremos la presente reseña de su obra con una indicación de sus puntos de vista sobre la naturaleza del hombre y su lugar en el conjunto de las cosas.

La psicología había contado ya con una historia larga y honrosa entre los griegos durante los doscientos años que separan a Alcmeón de Aristóteles. Pero Estratón pudo realizar también en este campo un notable progreso. Cuando se vio enfrentado con la antigua polémica acerca de si todo el conocimiento se origina en la experiencia, o si, como enseñara Platón, el conocimiento verdadero es independiente de ella siendo patrimonio del alma antes de que ésta se albergue en un cuerpo mortal, Estratón no pudo dudar un momento. Debía señalar como su fuente la experiencia. Aceptó, por supuesto, la distinción ya entonces familiar entre los órganos de los sentidos y la mente. Su originalidad, como progreso señalado sobre la brillante obra

psicológica de Aristóteles, reside en la forma en que concibió la relación entre los sentidos y la mente. Fue, con la posible excepción de Diógenes de Apolonia, el primer griego que dijo claramente que no es en el órgano del sentido sino en la mente donde el estímulo objetivo se transforma en sensación. Éste es un elemento de análisis de importancia verdaderamente fundamental.

El reconocimiento de la actividad de la mente en la sensación permite a Estratón aseverar firmemente la idea de la unidad del alma. Para él, tanto la percepción como el pensamiento son actividades propias del alma. Esto no sólo elimina la noción platónica del alma como extraño visitante inmaterial alojado temporariamente en su casa de arcilla, sino que también mina el intento de Aristóteles de enseñar la mortalidad del alma (psique) y la inmortalidad del intelecto (nous). La doctrina de Estratón tiene además el efecto de permitir el reconocimiento del parentesco del hombre con los animales. Si pensamos y percibimos con el mismo órgano, la mente, se deduce que los animales, que tienen órganos sensoriales y perciben, tienen también, en cierto grado, una mente. Estratón opinaba que todo ser viviente puede ser en cierto grado portador de una mente. Plutarco (961 *b*) ha conservado su opinión sobre este punto: «Se concluye —sostenía Estratón— que todo aquello que tiene percepción tiene también inteligencia, si es por el ejercicio de la inteligencia que la naturaleza nos capacita para percibir». Rodier, el primero de los modernos que efectuó una investigación sistemática de las opiniones físicas de Estratón, opinaba que fue grande la influencia ejercida sobre él por el filósofo Epicuro. Esto bien podría ser cierto. En todo caso, no cabe duda alguna de que Estratón sostenía la opinión de los epicúreos, los mejores antropólogos del mundo antiguo, de que el hombre es un tipo superior de animal, y no la teoría de que los animales son un tipo degenerado de hombres.

Para las reducidas dimensiones de nuestro volumen, hemos dado cuenta bastante extensa de la obra de Teofrasto y de la de Estratón. Pero para que no se cree la impresión de que sólo los jefes de la institución hicieron obra, mencionaremos otros tres libros científicos producidos por el Liceo, uno sobre química, otro sobre mecánica y un tercero sobre música. Los dos primeros son anónimos; el último se debe a Aristógenes.

Química

Lo que he llamado la obra sobre química nos ha llegado como el libro IV de la *Meteorología* de Aristóteles. Ross describe el contenido de ese libro, como un todo, en los siguientes términos: «Su asunto (o sea el de los libros I-III) consiste principalmente en fenómenos atmosféricos, tales como el viento y la lluvia, el trueno y el relámpago, junto con ciertos fenómenos astronómicos (tales como los cometas y la Vía Láctea), que Aristóteles, erróneamente, consideraba no astronómicos, sino

meteorológicos. Pero el cuarto libro trata de un conjunto de cosas muy diferentes, a saber, cuerpos compuestos, como los metales, y sus cualidades sensibles». Este cuarto libro es generalmente contemplado como obra de otro autor, por ocuparse tan íntimamente de una multitud de actividades prácticas relacionadas con las artesanías. Si llegara a ser aceptado como obra de Aristóteles formaría, con la *Mecánica*, una sorprendente excepción a la indiferencia general de Aristóteles hacia las técnicas productivas. Pues este tratado, cuyo objeto (vuelvo a citar a Ross) «considerar en detalle la operación de las cualidades activas calor y frío, y las modificaciones de las cualidades pasivas sequedad y fluidez», contiene, entre otras muchas cosas interesantes, un extraordinario programa de investigación acerca de la naturaleza de diversas sustancias, con vistas a clasificarlas de acuerdo con su capacidad o incapacidad para recibir modificaciones. Traduzco un breve pasaje: «Comencemos por enumerar aquellas cualidades que expresan la aptitud o ineptitud de una cosa para ser afectada de un modo determinado. Son las siguientes: aptitud o ineptitud para solidificarse, fundirse, ablandarse al calor, ablandarse por el agua, doblarse, quebrarse, ser triturada, estampada, moldeada, exprimida, ser tenaz, maleable, hendible, cortable, viscosa o friable, compresible o incompresible, combustible o incombustible, capaz o incapaz de producir vapores». El programa de experimentos aquí contemplado es digno de Francis Bacon. Se me ha hecho notar[5] que en dos obras indudablemente genuinas (*Anatomía de los animales*, 649a, y *Generación de los animales*, 784*b*) Aristóteles acepta las conclusiones establecidas en la *Meteorología*, libro IV, como exposición meditada de sus propias opiniones. Se concluiría de esto que investigaciones químicas como las aquí descritas —que son del mismo tipo que las de la obra de Teofrasto *Sobre el Fuego*, ya estaban de moda en el Liceo en tiempos de Aristóteles. La última edición del tratado (Ingemar Düring, Göteborg, 1944) lo acepta como auténtico, y elige entre sus enseñanzas, que desde luego no son todas de igual valor, la definición de combinación química como «el descubrimiento más importante de Aristóteles en esta rama de la ciencia». La definición es en verdad brillante, y está enunciada en una sentencia de siete palabras, imposible de traducir adecuadamente con igual nitidez. Vale la pena citarla como un ejemplo, entre otros, de la perfección lógica de la ciencia griega de esta época: «La combinación química es la unión de varios cuerpos susceptibles de tal combinación, que involucra una transformación de las propiedades de los cuerpos combinados».

MECÁNICA

El libro sobre Mecánica, según Ross, pertenece a la escuela peripatética primitiva, «tal vez a Estratón o a uno de sus discípulos». Su mejor traductor, el profesor E. S. Forster, hace notar al respecto: «Aunque el punto de vista científico es ciertamente peripatético, el interés del escritor por las aplicaciones prácticas de los problemas

involucrados es por completo ajeno a Aristóteles». Pero ya hemos visto que hay razones para poner en duda la validez de este argumento. Su exposición preliminar, antes de encarar los problemas particulares, es la siguiente: «Las cosas pueden suceder ya sea de acuerdo con la naturaleza o en contra de ella. Las primeras suscitan nuestra admiración cuando no conocemos su causa. Lo que nos admira en las segundas es el ingenio con que el hombre procura beneficiarse. La naturaleza hace muchas cosas en forma opuesta a nuestros requerimientos. Esto se debe a que la acción natural es uniforme y simple, mientras que los requerimientos humanos son diversos y cambiantes. Cuando requerimos un efecto contrario a la naturaleza, nos vemos en dificultades, nos confundimos y necesitamos habilidad técnica. A la invención artificiosa que nos saca de dificultades la llamamos dispositivo o mecanismo. Fue el poeta Antifón quien escribió:

Mediante la destreza derrotamos a la naturaleza victoriosa, y tenía razón. Ejemplos de lo que él quería decir son las cosas pequeñas que mueven a cosas mayores, las pequeñas fuerzas que mueven grandes pesos, o, en general, todo aquello que incluimos bajo el nombré de problema mecánico. Los problemas mecánicos, ni son idénticos a los problemas físicos, ni enteramente distintos de ellos. Se fundan en una combinación de teoría matemática y física. El principio general es revelado por las matemáticas; la aplicación pertenece a la física».

Luego sigue un brillante ensayo de colocar un amplio sector de las actividades humanas dentro del alcance de la explicación matemática. Esas actividades se relacionan con la palanca, la balanza, la posición de los remeros en un bote, el remo de dirección, la disposición de las velas, los diversos movimientos circulares de la rueda de carro, la polea, el torno del alfarero, la honda, la resistencia de maderos de diversas longitudes, la cuña, la romana, la ventaja del forceps sobre la mano limpia en la extracción de muelas, los cascanueces, las proporciones adecuadas en la construcción de camas, el transporte de grandes leños, los brazos oscilantes en los pozos de agua, el movimiento de las carretas (incluyendo el problema de la inercia). Dos de las cuestiones tratadas son obra de la naturaleza y no del hombre: la configuración de los guijarros en la playa y de los remolinos en el agua. En conjunto, se trata de un admirable ensayo de matemáticas aplicadas. Algunos de los principios fundamentales de la estática son expuestos con éxito sorprendente, a saber: la ley de las velocidades virtuales, el paralelogramo de las fuerzas y la ley de la inercia.

Nada hay más sorprendente en el genio de aquella época que la capacidad de los grandes fundadores de las ciencias para poner orden en el caos mediante la delimitación del campo verdadero de cada rama particular del conocimiento. Aristóteles mismo había hecho esto con soberbia maestría, pues su capacidad de abarcar todo el campo de los conocimientos humanos estaba a la altura de su capacidad para trazar fronteras definidas entre sus diversas partes. Se formó la concepción de un cuerpo orgánico de conocimiento científico, que cubría todo el ámbito de la experiencia humana, en el cual las partes separadas que integraban el

conjunto debían distinguirse claramente entre sí, exhibiendo al mismo tiempo sus mutuas relaciones. Con este plan maestro a la vista, sus discípulos continuaron su trabajo, reconsiderando unas veces los principios básicos de la estructura (como cuando Teofrasto planteó todo el problema de la validez del principio teleológico) y definiendo otras veces con mayor claridad los límites de las ciencias particulares (como cuando Teofrasto, en su análisis de la naturaleza de las partes de animales y plantas, separó entre sí a la zoología y la botánica). Así hemos visto también a Estratón reconstituyendo dos ramas de la ciencia: la teoría de la estructura fundamental de la materia y la teoría de la naturaleza del alma. Hemos visto a otros dos miembros de la escuela, cuyos nombres son inciertos —síntoma del trabajo en equipo que entre ellos se practicaba—, constituyendo ramas de la química y de las matemáticas aplicadas. Tenemos que referirnos ahora a otro gran hombre, Aristógenes, quien puso orden en la interpretación de una de las principales ramas del arte, a saber, la música.

MÚSICA

Aristógenes, contemporáneo de Teofrasto, nació en Tarento, ciudad que era antiguo centro de variada cultura. Era hijo de un distinguido músico, Esfíntaro, quien había viajado mucho y había estado en contacto con muchos de los grandes hombres de la época. Resultaba casi inevitable que el vástago de una familia tan poderosa e intelectual ingresara más tarde o más temprano en el Liceo, y Aristógenes, en verdad, no sólo se convirtió en peripatético y discípulo de Aristóteles, sino que llegó a una posición tal en la escuela como para alentar esperanzas de suceder a su maestro. No podemos decir que Aristógenes hubiera reemplazado con ventaja a Teofrasto, pero vale la pena recordar que además de su labor en teoría musical escribió también obras filosóficas y biográficas.

El tipo especial de las realizaciones debidas a este hombre, con su vasto y práctico conocimiento de la música y con su profundo adiestramiento filosófico, fue eminentemente característico de la escuela a la cual pertenecía. Consistió en la exacta determinación del alcance de la ciencia musical y en el establecimiento de una concepción más verdadera sobre la naturaleza real de la música misma. Hasta la época de Aristógenes la música en Grecia había ocupado la posición de un arte, una *techné*. Había, desde luego, escuelas de arte musical. Se alentaban preferencias conscientes sobre un estilo de composición con respecto a otro. Había abundantes concursos musicales, en los que un vasto pública aprendía a discriminar exquisitamente los estilos y talentos de los diversos ejecutantes. Los fabricantes de instrumentos eran famosos por su habilidad. Todos los hábitos formados por estas preferencias fueron transmitidos mediante la enseñanza, de generación en generación de artesanos, compositores e intérpretes. Pero a través de todo este panorama no

percibimos aprehensión alguna de los principios básicos de una ciencia de la música como tal.

¿Cómo llegaron a adquirirse esos principios? La única escuela que había tratado seriamente de establecer una ciencia de la música había sido la pitagórica. Pero, aunque los pitagóricos hablaban de la música, no se habían elevado por encima del nivel de la acústica. Redujeron el sonido a vibraciones del aire. Allí donde el oído percibía notas altas y bajas, ellos captaban relaciones matemáticas que apelaban al intelecto. Éstas fueron notables realizaciones científicas, pero no llegaron a constituir una ciencia de la *música*. Los meros principios del sonido no suministraban base alguna para la crítica o apreciación de la música. Aristógenes, que estaba enterado, por supuesto, de lo que ios pitagóricos habían hecho, comprendió que no habían llegado al fondo del asunto. Se dio cuenta de que la verdadera ciencia musical debe aceptar, como elementos que no requieren explicación ulterior, conceptos tales como voz, intervalo, alto, bajo, armonía, disonancia. Su tarea debe ser la de reducir los fenómenos más complejos de la música a estas formas simples, y averiguar las leyes generales de sus relaciones.

Ésta era una definición clara del objeto de la ciencia musical, que llevaba en sí una concepción más profunda de la música misma. La esencia de la música reside en las relaciones dinámicas de los sonidos entre sí y no en sus antecedentes físicos y matemáticos. Aristógenes había encontrado ahora una definición de la música que hacía posible la comprensión de la naturaleza esencial de una composición musical como un sistema de sonidos, en el cual ningún sonido aislado tiene significado propio, pero en el que todo sonido lo adquiere gracias a sus relaciones en todo el resto. He aquí úna sentencia clave. «Nuestro método descansa, en última instancia, en una apelación a las dos facultades de audición y de intelecto; mediante la primera juzgamos las magnitudes de los intervalos; mediante la segunda contemplamos las funciones de las notas».

Esta conquista de Aristógenes tiene su paralelo más próximo en la *Poética* de Aristóteles, donde por primera vez la ciencia había sido aplicada con éxito al análisis de una gran rama del arte. Con la *Poética* de Aristóteles y la *Armónica* de Aristógenes se habían sentado las bases para una crítica inteligente y consciente de la naturaleza y de la función del arte. El espíritu humano había adelantado enormemente en la conciencia de sí mismo.

Con esto terminamos nuestro resumen de la obra científica del Liceo. Sólo nos resta admitir que a la muerte de Estratón la popularidad de la institución estaba en plena decadencia. Nos dice Diógenes Laercio (V, 37) que bajo el elocuente Teofrasto, quien mantenía todas las múltiples actividades, culturales y científicas, que habían caracterizado la labor de la escuela bajo su fundador, no menos de dos mil estudiantes solían asistir a las clases. Estos días ya habían pasado. La educación que más requería y deseaba el ciudadano era un conocimiento de los hambres y de los negocios, y el don de la palabra. Algo plausible que decir y la habilidad para decirlo con efecto eran

la necesidad suprema para un hombre público. Estratón, al dirigir la actividad de la institución principalmente hacia la investigación científica, no satisfizo la demanda popular, y la concurrencia estudiantil decayó. El sucesor por él designado, Licón, no tenía condiciones como hombre de ciencia, pero se distinguió por sus alcances culturales. Tal nombramiento fue hecho por Estratón en su testamento, cuyo texto ha llegado hasta nosotros. Sugiere que la escuela estaba en dificultades. «Dejo la escuela a Licón, pues los demás, o son demasiado viejos o están demasiado ocupados». Éste es un cumplido irónico. «Sería bueno que los demás cooperasen con él. Evidentemente, había disensión. «Le lego todos mis libros, *salvo aquellos de los cuales soy autor*». ¿Significa esto que eran inútiles para Licón? Cuando menos, los hechos nos dicen que Licón desvió el foco del interés de la filosofía natural a la ética y la retórica, trató de hacer revivir los aspectos más populares de la escuela, particularmente las lecciones vespertinas. Quizá podríamos extraer la conclusión de que un panorama de investigación física, con una fuerte inclinación por las aplicaciones prácticas de la ciencia, tal como lo hallamos en *Sobre el fuego*, de Teofrasto; *Sobre el vacío*, de Estratón, en el libro IV de la *Meteorología*, o en *Sobre los problemas mecánicos*, ya no tenía objeto en una ciudad como Atenas, que había perdido su papel directivo en los asuntos griegos y estaba materialmente en estado de decadencia.

El Liceo siempre había debido mucho al patronazgo macedonio. Aristóteles era oriundo de Macedonia. Su padre había sido médico en la corte de Filipo, rey de Macedonia. Aristóteles había sido tutor del hijo de Filipo, Alejandro el Magno. El Liceo era, en sentido muy definido, un centro de influencia macedónica en Atenas. Estratón, antes de ser llamado a Atenas para confiársele la dirección de la escuela, había sido nombrado por el fundador de la nueva dinastía macedónica en Egipto para ejercer la tutoría de su hijo. Tenemos pruebas de que la carrera del Liceo no había estado siempre a salvo de los cambios y vuelcos de la política ateniense. Estaba surgiendo en Egipto una nueva potencia macedónica que aspiraba al dominio del mundo mediterráneo. Los Tolomeos habían demostrado claramente estar bien al tanto de los servicios que la ciencia podía prestar a un gobierno. En consecuencia para trasladar de Atenas a Alejandría toda actividad del Liceo que les pareciera útil para ellos. El futuro científico residía, no en Licón y sus opacos sucesores de Atenas, sino en el Museo de Alejandría y en el brillante conjunto de eruditos y hombres de ciencia reunidos y mantenidos allí por el mágico oro de los Tolomeos.

NOTA BIBLIOGRÁFICA

Los artículos en la *Real-Encyklopädie*, de Pauly Wissowa, sobre el Peripatos (por K. O. Brink), sobre Teofrasto (por O. Regenbogen) y sobre Estratón (por CAPELLE) suministran una revista amplia y actual de la historia del Liceo después de

Aristóteles. La obra de Brunet y Mieli, *Histoire des Sciences: Antiquité*, vale para todo el período, pero allí donde sus autores siguen a Senn cuando se refieren a Teofrasto no superan las críticas de Regenbogen. La *Metafísica* de Teofrasto fue editada con traducción de Ross y Forbes, Oxford, 1929. *La Meteorología,* IV, y la *Mecánica* se hallan entre las *Works of Aristotle translated into English*, Oxford. En la Loeb Library, se encuentra una traducción de la *Historia de las plantas*, de Teofrasto, por Arthur Hort, con el título de *The enquiry into Plants*. De especial valor para el estudioso, es la obra de Teofrasto *De Lapidibus*, editada por D. E. Eichcholz, Oxford, Clarendon Press, 1965. En ella puede verse cómo Teofrasto lleva a cabo la ejecución de un trabajo proyectado por Aristóteles y cómo lo hizo de una forma característica: con mayor celo por la observación y con menor tendencia a las generalizaciones prematuras.

CAPÍTULO II

Historia y organización del Museo

En el NUEVO CENTRO del saber formado en la capital egipcia había una suerte de opulencia norteamericana. Formalmente el Museo como su nombre lo indica, un Templo de de las Musas, y su director era un gran sacerdote. Pero su objeto real era el de un instituto de investigación que se dedicara también a la enseñanza. En ambos de estos aspectos tomó por modelo al Liceo, pero en escala mucho mayor. Su biblioteca, a la cual fue incorporada la de Aristóteles, tenía aproximadamente medio millón de rollos, y la dirección de la investigación y de la enseñanza parece haber estado en manos del bibliotecario. Había aproximadamente cien profesores, cuyos sueldos eran pagados por el rey. Tenía salas de investigación, de conferencias y de estudio. El liceo había efectuado estudios astronómicos, biológicos y botánicos. Para la prosecución de esos estudios el Museo contó con un observatorio, un jardín zoológico y un jardín botánico. También tenía salas de dirección. Tales facilidades para la investigación y la enseñanza nunca habían existido antes y por cierto que fueron bien aprovechadas.

No es posible indicar la fecha exacta de la fundación del Museo. Alejandro había conquistado Egipto en el año 332 a. C. Su general Tolomeo, hijo de Lago, quien había sido nombrado sátrapa, se hizo cargo del gobierno cuando Alejandro murió en 323. Cuando se proclamó rey en 305, asumió el sobrenombre de Soter (Salvador). Dos años antes de su muerte lo sucedió su hijo Filadelfo, cuyo tutor había sido Estratón. Filadelfo reinó de 285 a 247. Bajo los reinados de estos dos Tolomeos el Museo fue tomando forma. Su historia abarca en total unos seiscientos años, pero los dos primeros siglos, desde Euclides hasta Hiparco, son los de máxima importancia. Durante ellos fueron sistematizadas las diversas ramas de la ciencia antigua. Entonces se estableció la moda y el arte de escribir aquellos tratados ordenados, en los cuales se exponía un asunto desde sus primeros principios hasta sus conclusiones últimas, que valieron a este período el título de Edad de los Libros de Texto. Esta época marca toda una etapa en el progreso humano.

Los monarcas macedones que fundaron y mantuvieron el Museo eran los sucesores de una familia reinante que había demostrado desde mucho tiempo atrás su comprensión de las relaciones entre la ciencia y el gobierno. Filipo y Alejandro debieron en buena parte a los ingenieros sus triunfos militares. Nunca se detuvieron ante las murallas. Alejandro demostró que también sabía construir y organizar. Los Tolomeos, a la cabeza de Egipto, hubieran violado uno de sus primeros debes si no hubiesen tomado medidas para la formación de ingenieros, médicos, astrónomos, matemáticos y geógrafos. En forma más irregular, las principales ciudades-estados de Grecia se habían valido tradicionalmente de tales hombres para sus necesidades, si bien éstas eran más limitadas. Pero ahora se trataba de organizar vastos territorios, y

había que proveerse de hombres de ciencia y de técnicos en forma más sistemática. La fama de las escuelas atenienses había hecho surgir también un nuevo orgullo en el cultivo de cada rama de la cultura literaria.

Pero las nuevas condiciones que se registraban en Egipto brindaron también un nuevo ambiente a la ciencia y a la cultura griegas, que eran tradicionalmente nacionales y locales. La Academia y el Liceo fueron empresas personales. Pero Alejandría era la capital griega de un gran territorio egipcio, y el Estado respaldaba la organización del Museo. Se exigió a la ciencia griega arraigar en un nuevo suelo y desempeñar un papel distinto. El carácter cosmopolita de la enorme ciudad era cosa nueva. La corte y el ejército eran griegos, y el primero de los Tolomeos se dirigió a los comerciantes helenos para obtener el capital que necesitaba. Ellos constituyeron la clase dominante. En las ciudades existía un proletariado internacional, principalmente griego, formado de pequeños mercaderes, artesanos y afines. De los habitantes de las ciudades eran los judíos, después de los griegos, los que tenían mayor importancia cultural y social. La población del campo era en su mayoría egipcia, y aunque existen pruebas de que algunos griegos se mezclaron mediante el matrimonio con los egipcios, la gran masa nativa permaneció intacta pese al advenimiento de un gobierno macedonio y de su cultura griega importada.

Para la rica clase gobernante griega, la familiar relación entre dueño y esclavo seguía siendo la característica dominante en la estructura de la sociedad y en la estructura de su pensamiento. La vida seguía siendo inconcebible sin el servicio personal del esclavo doméstico. Pero culturas como la egipcia, la judía y otras vinieron a hacer impacto directo sobre la griega, y los Tolomeos, por otra parte, heredaron los problemas de gobierno de los faraones, más la complicación ulterior de ser extranjeros. Diversos textos astrológicos[1] arrojan alguna luz sobre la composición de la sociedad egipcia. En la base de la pirámide social se hallaba una población numerosa y abatida, que ejecutaba, entre otras labores agotadoras, la que era impuesta por la propia naturaleza de su suelo. Egipto es llamado el don del Nilo. Pero sin el trabajo incesante de millones de manos, manteniendo generación tras generación, ese don hubiera sido estéril. El Nilo no riega la tierra de Egipto sin ayuda humana. Era necesario mantener en buenas condiciones una enorme red de canales de regadío, incluyendo largos túneles que daban acceso a fuentes subterráneas. El hecho de nacer miembro de la clase a cuyo cargo estaba este trabajo era considerado como una condena sin esperanzas. Los «canalizadores agotados por el trabajo, los aguadores agobiados por sus cargas, los cavadores de túneles, pagados con sueldos miserables que no les daban perspectivas de llegar a ser alguna vez dueños de algo como fruto de su propio trabajo», eran clasificados por los antiguos astrólogos como seres nacidos bajo una desastrosa conjunción de influencias planetarias. Sabemos que junto a ellos se movían trabajadores de otros oficios humildes —los panaderos, por ejemplo, cuya aflicción, entonces como en edades posteriores, era la necesidad de trabajar de noche para que otros pudieran comer de día; los cargadores, con los fardos

sobre sus espaldas, como verdaderas acémilas; los canteros y los que transportaban las piedras cortadas, para no hablar de los niños que apartaban los escombros; los pescadores de esponjas y los servidores de las casas de baños, que «morían a temprana edad», pues sus oficios eran peligrosos. De acuerdo con las pruebas halladas últimamente, estos egipcios pobres eran asalariados, no esclavos. Pero no por ello su suerte era menos desdichada. Era el Egipto tradicional, azotado por la pobreza, el país que los Tolomeos se habían propuesto gobernar, y es innecesario advertir que sus esfuerzos no se encaminaron a transformar tales condiciones de vida. El genio inventivo de los hombres de ciencia y de los mecánicos, suscitado por el Museo, no podía en esa época de la historia del mundo ser aplicado, a la manera rusa, para aliviar la miseria de las masas. Por el contrario, salvo en lo que sé refiere a ciertas necesidades del Estado (principalmente la provisión de máquinas bélicas) y ciertas diversiones para los ricos (las fuentes de los parques), la ciencia tendió cada vez más a abandonar su función como arma del hombre en la lucha contra la naturaleza, para confinarse en su función de disciplina mental para el contemplativo. El gobierno continuó recurriendo a la religión para aliviar las necesidades de los pobres.

Religión y ciencia planificadas

No les habían faltado a los egipcios estas gracias antes del advenimiento de los Tolomeos. Pero con el establecimiento de un gobierno griego en una población egipcia habían surgido nuevos problemas. Un dios señaló la forma de solucionarlos. El primer Tolomeo supo, gracias a una visión nocturna, que se requería un nuevo culto, y en ella se le aconsejó también que trajera una estatua de Plutón de un templo de Júpiter en Sínope para ayudar a constituir un centro para el nuevo culto. La ejecución adecuada de la sugestión divina requería cuidado y preparación. Para ello resultó plenamente eficaz una combinación de la teología nativa egipcia con la griega importada. El sacerdote egipcio Manetón y el griego Timoteo elaboraron los atributos del nuevo dios y le dieron nombre. Iba a llamarse Serapis. Su templo, el Serapeum, fue uno de los más suntuosos monumentos del mundo antiguo. Para la imagen del culto se eligió una estatua del escultor Briaxis, de la escuela de Escopas, a mediados del siglo IV. El lenguaje litúrgico era el griego. El nuevo culto, dice Loisy[2] «fue una adaptación cuidadosamente pensada de la religión de Egipto al espíritu y costumbres de los griegos».

El nuevo dios evidenció inmediatamente signos de vitalidad. Entre sus cualidades se encontraba la de ser un dios curandero, y desde un principio obró milagros. El filósofo ateniense Demetrio Falereo, miembro de la escuela peripatética y discípulo de Teofrasto, fue curado por él de ceguera, y compuso en su honor peones que se cantaban todavía siglos más tarde. Tales bendiciones no podían limitarse a la capital.

Hacia el siglo II d. C. había cuarenta y dos Serapeums en Egipto. Pero el dios tenía ambiciones más vastas todavía. Su culto se extendió muy pronto a Chipre, Sicilia, Antioquía, Atenas. Luego llegó a las costas de Siria, Asia Menor y Grecia; a las islas del Egeo, al Helesponto y la Tracia. En Delos —que era, también, el centro de la venta de esclavos— los mercaderes romanos rivalizaban en su devoción al dios con los aristócratas griegos que mantenían el culto. Éste duró hasta el fin del paganismo, y aun lo sobrevivió. Penetró en Italia, tal como lo atestiguan sus restos en Puteoli, antes de finalizar el siglo II a. C. Hacia esa misma época apareció en Pompeya. El senado trató de impedir su difusión entre la plebe romana, y resolvió introducir por sí mismo nuevas religiones, antes que tolerar las que introducía el pueblo. Pero al cabo la autoridad tuvo que ceder, y el emperador Calígula hizo construir, probablemente en el año 38 d. C., su gran templo a Isis —que compartía el culto de Serapis— en el campo de Marte.

Cumont[3] observa que el arte y la literatura de Grecia fueron puestos al servicio de la nueva religión creada por Tolomeo. Omite mencionar la ciencia. Pero ésta también tuvo que contribuir con su adarme, pues nunca sé da el caso de una ciencia neutral y pura. Cuando perdió su ambición de transformar la vida material del hombre dedicándose a la industria, pronto encontró nuevas aplicaciones. Se convirtió en la sirvienta de la religión, y fue utilizada para producir milagros en los Serapeums y en otros templos de Egipto. Estratón había aseverado orgullosamente que no necesitaba la ayuda de los dioses para crear un mundo. Pero los dioses no desdeñaron la ayuda de Estratón para gobernar este mundo terrenal. Herón de Alejandría, que nos ha conservado una relación de la obra de Estratón sobre la neumática, nos explica cómo ésta y otras ramas de la ciencia resultan útiles «no sólo para proveernos de los más fundamentales requisitos de la vida civilizada, sino también para producir asombro y pavor». Este asombro y este pavor se refieren a los efectos de los milagros del templo.

En su mayoría los milagros descritos por Herón dependen de uno u otro de estos dos principios: el sifón y el poder expansivo del aire caliente. Ambos eran aplicaciones de la neumática de Estratón. El principio del sifón fue aplicado en gran copia de recursos ingeniosos para falsificar la conversión del agua en vino. Se vertía agua sobre el extremo de un sistema de sifones, y aparecía vino por el otro extremo. La fuerza expansiva del aire caliente, por su parte, producía movimientos sobrenaturales. Había altares dotados de una cámara de aire comunicada con el nicho de la imagen, situado en la parte superior. Cuando se quemaba la ofrenda en el altar, el aire en expansión abría la puerta del nicho, empujaba al ídolo hacia adelante y lo obligaba en esta forma a saludar al devoto. Este principio tuvo muchas otras aplicaciones. Gracias a otras fuentes documentales, sabemos de las aplicaciones religiosas de los principios de otra ciencia alejandrina, la óptica, a la producción de apariciones. Para la conciencia de la época estos auxilios científicos de la devoción no se diferenciaban mucho, en principio, de los mejores efectos de iluminación o de

la introducción de la música de órgano, que también fueron conquistas de ese tiempo. Su objeto era edificar piadosamente al público y hacer a la religión atractiva e impresionante, propósito que parece haber sido plenamente logrado.

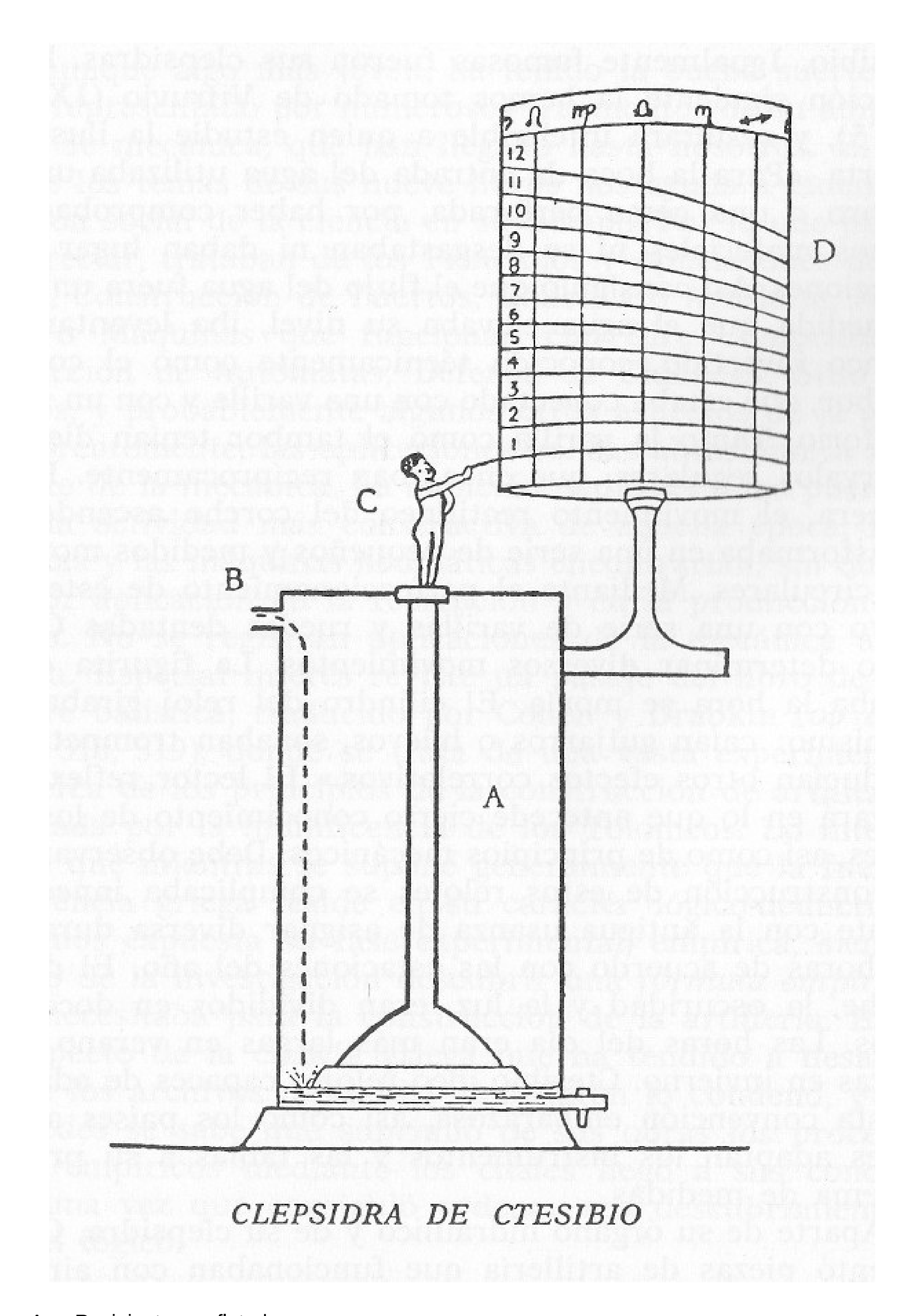
Tenemos, por ejemplo, el relato que nos hace el cumplido poeta Claudiano de un tipo inusitado de milagro que nos transmite al propio tiempo la impresión del ceremonial que rodeaba a la ejecución rutinario del fraude piadoso. La fuerza natural empleada en este caso era la del imán. La escena se desarrollaba en un templo dedicado conjuntamente a Marte y a Venus. Los actores divinos eran un Marte de hierro bruñido y una Venus de piedra imán. Se hacían los preparativos para la boda de ambos. Guirnaldas de mirto adornaban las puertas de la cámara nupcial. El tálamo estaba cubierto de rosas: sus cobijas eran de púrpura. El sacerdote entonaba el oficio; el coro entraba cantando, y precedido por la antorcha nupcial. Había luces, música, color, perfume y ritual. Se presume que los fieles se emocionaban ante esos efectos. Y entonces se producía el milagro. La figura de hierro de Marte era introducida en el campo atractivo de la Venus magnética. «Sin moverse de su lugar, la diosa, con su poderoso encanto, atrae al dios a sus brazos. Lo estrecha en su pecho con amoroso aliento», dice el poeta floreando su tema. Este poema fue escrito aproximadamente en el año 400 d. C. La producción científica de milagros cubre todo el período de esplendor y decadencia de la ciencia alejandrina, y no dejó de tener su influencia sobre ella.[4] Cuando la ciencia volvió a florecer en el mundo moderno, ya tenía otro propósito que el de engañar.

Ingenieros

También los tuvo en la antigüedad, pero en medida extrañamente limitada. Una cita de Brunet y Mieli nos dará una idea preliminar de aquel aspecto de la ciencia alejandrina a cuyo estudio debemos dedicarnos ahora. «Es cierto —escriben— que los ingenieros antiguos en general, y no sólo los de Alejandría, únicamente por excepción trataron de aplicar sus máquinas para obtener resultados útiles. No se les ocurrió, por ejemplo, aplicar la fuerza del agua, del aire comprimido o del vapor como fuente de potencia en sus artesanías, o para obtener resultados análogos a aquellos que ha revelado el desarrollo de la civilización moderna. Uno puede hasta suponer que con los conocimientos que tenían, y valiéndose de los mecanismos que habían ideado para sus juguetes, los ingenieros de la antigüedad podían haber llegado a aplicaciones análogas a aquellas que hicieron la gloria del siglo XVIII. Sin embargo, al dejar constancia de su fracaso, en sí mismo bastante curioso para la mentalidad moderna, debemos reconocer por supuesto que la atención de los técnicos de la antigüedad no se dedicó exclusivamente a los juguetes. También se construyeron algunas máquinas realmente útiles, como bombas para extraer agua o para extinguir incendios. El ingenio de los alejandrinos se superó a sí mismo en el

perfeccionamiento de muchos instrumentas de precisión, de construcción muy delicada, e incluso indispensables para el progreso de la ciencia, tales como sus instrumentos astronómicos y sus clepsidras.

Se reconoce ahora generalmente que el fundador de la escuela alejandrina de mecánicos fue Ctesibio. Éste, que vivió durante los reinados del segundo y del tercero de los Tolomeos, o sea entre 285 y 222, era hijo de un barbero alejandrino. Uno de sus primeros inventos fue un aparato para facilitar el ascenso y descenso de un espejo en la barbería, mediante el contrapeso de una plomada. Colgado de una cuerda, el plomo subía y bajaba dentro de un caño escondido detrás de una viga. Allí donde hay ingenio nativo, una cosa pronto conduce a otra. El hecho de que el plomo, al caer rápidamente por el interior del caño, expulsara el aire con un silbido, sugirió al ingenioso hijo del barbero la invención de un instrumento musical mecánico. Éste, ya perfeccionado, constituyó el famoso órgano hidráulico, instrumento en cuyos tonos Cicerón hallaría gran deleite unos doscientos años después. La fuerza necesaria para su funcionamiento era suministrada por una columna de agua sostenida por una porción de aire. A través de una válvula, el aire pasaba a un cilindro horizontal conectado con una serie de tubos de órgano verticales, en los cuales podía a su vez penetrar por otras válvulas regidas por criques.



CLEPSIDRA DE CTESIBIO

A — Recipiente con flotador.

B — Orificio perforado oro, o en alguna piedra preciosa, por el cual penetra el agua.

C — Figura que se levanta junto con el flotador e indica las horas.

D — Tambor que gira sobre sí mismo una vez por año, indicando la diferente duración de las horas de acuerdo con las estaciones. Las líneas verticales indican los meses.

La introducción de la música mecánica es un aporte no pequeño a la civilización. Pero no fue la única invención de Ctesibio. Igualmente famosas fueron, sus clepsidras. La descripción siguiente la hemos tomado de Vitruvio (IX, VIII, 4 y 5), y resultará inteligible a quien estudie la ilustración inserta. «Para la boca de entrada del agua utilizaba un trozo de oro o una gema perforada, por haber comprobado que dichos materiales ni se desgastaban ni daban lugar a obstrucciones. Así consiguió que el flujo del agua fuera uniforme. A medida que el agua elevaba su nivel, iba levantando un cuenco invertido, conocido técnicamente como el corcho o tambor, que estaba conectado con una varilla y con un tambor giratorio. Tanto la varilla como el tambor tenían dientes, a intervalos regulares, que encajaban recíprocamente. De esta manera, el movimiento rectilíneo del corcho ascendente se transformaba en una serie de pequeños y medidos movimientos circulares. Mediante el perfeccionamiento de este dispositivo con una serie de varillas y ruedas dentadas Ctesibio pudo determinar diversos movimientos. La figurita que señalaba la hora se movía. El cilindro del reloj giraba sobre sí mismo: caían guijarros o huevos, sonaban trompetas y se producían otros efectos correlativos». El lector reflexivo observará en lo que antecede cierto conocimiento de los materiales, así como de principios mecánicos. Debe observarse que la construcción de estos relojes se complicaba innecesariamente con la antigua usanza de asignar diversa duración a las horas de acuerdo con las estaciones del año. El día y la noche, la oscuridad y la luz, eran divididos en doce intervalos. Las horas del día eran más largas en verano y más cortas en invierno. Ctesibio ideó relojes capaces de adaptarse a esta convención embarazosa, así como los países anglosajones adaptan los instrumentos y las tablas a su primitivo sistema de medidas.

Aparte de su órgano hidráulico y de su clepsidra, Ctesibio inventó piezas de artillería que funcionaban con aire comprimido, y una bomba de doble acción para levantar agua que fue utilizada en bombas contra incendios. Las primeras resultaron ineficaces debido a dificultades mecánicas de construcción. La bomba contra incendios, igualmente notable desde el punto de vista teórico, tuvo más éxito en la práctica, y es considerada generalmente como su obra maestra.

Sólo conocemos a Ctesibio a través de las noticias de sus principales inventos. Pero Filón de Bizancio, su contemporáneo, aunque algo más joven, ha tenido la buena suerte de quedar representado por numerosos fragmentos de ®u amplio tratado de mecánica, que han llegado hasta nosotros. El estudio de los temas de sus nueve libros nos ayuda a entender la función Social de la ciencia en su tiempo. Por lo que podemos, apreciar, trataban de los Principios y Aplicaciones de la Palanca, Construcción de Puertos, Balística o Artillería, Neumática o Máquinas que funcionan con Aire Comprimido, Construcción de Autómatas, Defensa de Ciudades, Sitio de Ciudades, y probablemente algunos otros aspectos de la guerra. Aparentemente, las aplicaciones bélicas absorbían la mayor parte de la mecánica. La atención dedicada a

los puertos ilustra la actividad más constructiva de aquella época. Los autómatas y las máquinas neumáticas encontrarían, sin duda, su mayor aplicación en la recreación y en la producción de milagros. No se registran aplicaciones de la mecánica a la industria. Especial interés reviste un pasaje del libro de Filón sobre balística, traducido por Cohen y Drabkin (*ob cit.*, páginas 318, 319), donde se trata de una vasta experimentación acerca de los principios de la construcción de artillería, posibilitada por la munificencia de los Tolomeos. Lo interesante es que mientras se supone generalmente que la fuerza de la ciencia griega reside en su carácter lógico-deductivo, aquí vemos expuesta su fase experimental, empírica, siendo el objeto de la investigación descubrir una *fórmula empírica* que se necesitaba para la construcción de la artillería. Éste es el aspecto de la ciencia griega que ha tendido a desaparecer de los archivos de la historia. Platón lo condenó, y de Arquímedes se sabe que suprimió de sus obras los procedimientos empíricos mediante los cuales llegó a sus conclusiones, una vez que consiguió ordenar sus descubrimientos en orden lógico.

Médicos

Pasemos ahora de la mecánica a la medicina. Nos hemos familiarizado ya en cierta medida con los trabajos de Ctesibio y Filón, que continuaron la investigación del Liceo en la mecánica y en la neumática. Abandonémoslos ahora para tratar de Herófilo y de Erasístrato, que continuaron la tradición del Liceo en las investigaciones biológicas.

Herófilo, nativo de Calcedonia, en Bitinia, que floreció hacia el año 300 a. C., escribió un tratado general *Sobre la Anatomía*, un estudio especial *De los ojos*, y un manual para parteras, en el cual incluyó una exposición elemental de la anatomía del útero. Dicho tratado para parteras es un ejemplo alentador del celo humanitario que una y otra vez resplandece en las páginas de la historia de la medicina griega. Puede contemplarse también como el pago por parte del trica es menos conocida, pero bien digna de citarse. En su lugar común manifestar que Aristóteles, en su vasta colección de informaciones sobre asuntos biológicos, debió mucho a pescadores y ganaderos. Su deuda con la profesión obstétrica es menos conocida, pero bien digna de citarse. En su *Historia de los animales* (VII, 10) hallamos el siguiente pasaje: «El corte del cordón umbilical es tarea de la partera, y requiere una inteligencia bien despierta. En un parto difícil todo depende de su pericia. Debe tener presencia de ánimo para enfrentar las emergencias y para disponer la ligadura del cordón. Si la placenta sale junto con el niño, el cordón umbilical debe ser separado de ella mediante un nudo, y cortado por encima de éste: de tal modo se unen sus lados en el lugar de la ligadura, y se interrumpe la continuidad. Pero si la; ligadura se desata, se produce hemorragia y el niño muere. En cambio, si la placenta no sale junto con el niño, el cordón umbilical es ligado y cortado luego del nacimiento de la criatura, mientras las envolturas

permanecen todavía dentro. Sucede a menudo que el niño, por ser débil, parezca haber nacido muerto, y que su sangre fluya hacia el cordón umbilical y la región adyacente. Las parteras expertas, en tales casos, exprimen la sangre del cordón para que vuelva al cuerpo, y el niño revive entonces como si se le hubiera restituido su sangre luego de haberse desangrado. Como ya se ha dicho, los niños, como otros animales, salen con la cabeza por delante, y tienen los brazos pegados contra los costados del cuerpo. En cuanto nacen comienzan a llorar y a llevarse las manos a la boca. Algunos evacúan inmediatamente, otros al rato: todos en el día. La evacuación, llamada meconio, es más abundante que la evacuación normal de un niño». La referencia a la actuación de las parteras cuando la sangre fluye al cordón, tiene un interés muy especial a la luz de las investigaciones más recientes.[5] Pero no hay duda, ante la amplitud y exactitud de sus observaciones, de que Aristóteles había consultado realmente a las parteras para reunir sus datos. Herófilo mantiene vivo el contacto entre la investigación biológica y la obstetricia.

De las contribuciones que Herófilo hizo a la anatomía, la más fundamental fue su investigación del asiento de la inteligencia. En el siglo v Alcmeón la había localizado correctamente en el cerebro. Un siglo más tarde Aristóteles, por diez razones excelentes, pero equivocadas, como se vería más tarde, la transfirió al corazón. Herófilo volvió al punto de vista de Alcmeón, fundándose en una atenta disección del sistema nervioso y del cerebro. Los anatomistas anteriores habían efectuado algunos progresos en la tarea de determinar los recorridos de los nervios sensoriales, pero él fue el primero en concebir un panorama general del sistema nervioso y en trazar la distinción entre los nervios motores y los sensitivos. La nomenclatura de las partes del encéfalo todavía muestra numerosas huellas de su trabajo.

Erasístrato de Quíos, que fue su contemporáneo, aunque más joven, continuó en parte la obra de Herófilo, sin dejar por ello de aportar investigaciones y criterios originales. Singer nos dice que las observaciones de Herófilo sobre los conductos quilíferos fueron ampliadas por Erasístrato hasta un punto tal que no se registró avance alguno en su estudio hasta el advenimiento de Gaspar Aselli (1581-1626). Pero la obra de Erasístrato se extendió en su mayor parte sobre un nuevo sector. Si Herófilo puede ser considerado como el fundador de la anatomía, Erasístrato es el fundador de la fisiología. Su obra, aunque no haya llegado a la conclusión correcta, tuvo tremenda influencia en el estudio de la circulación de la sangre. El buen éxito que alcanzó en el conocimiento del corazón se pone de relieve en el hecho de que haya observado las válvulas semilunares, la tricúspide y la bicúspide. Examinó las subdivisiones de las venas y de las arterias hasta donde pueden alcanzarse a simple vista y manifestó su convicción de que dichas subdivisiones continuaban más allá de ese límite. Pero si pensamos que con todo ello no llegó a elaborar la teoría de la circulación, comprenderemos la fundamental dificultad que ésta significaba para el progreso de la ciencia.

En la infinita variedad y complejidad de los fenómenos de la naturaleza el

científico se encuentra a menudo en encrucijadas de las que no sabe cómo salir, a menos que de antemano esté buscando alguna cosa determinada. Si así es en efecto, tiene una teoría. Si tiene una teoría, tiende a ver lo que la confirma, y a perder de vista otros hechos igualmente significativos. No hay forma de salir de esta dificultad si no es a fuerza de paciencia y disciplina, a cuya adquisición puede contribuir la existencia de una larga tradición científica. En esta situación, una mente fogosa y entusiasta es más susceptible de errar que otra desprovista de esas atractivas cualidades. No cabe duda acerca del celo de Erasístrato por su ideal científico. La tradición nos dice, y los datos conocidos lo confirman, que entre Erasístrato y Estratón hubo una mutua y profunda influencia. Es casi seguro que se conocieron personalmente. La similitud de sus teorías es tal que ya en otro lugar nos hemos sentido justificados al citar pasajes de Erasístrato para ilustrar la técnica experimental de Estratón. Pero no sólo participaban ambos de una misma inclinación por el experimento, sino que trabajaban sobre el mismo problema en diferentes terrenos. Erasístrato era un firme partidario de las teorías de Estratón sobre el vacío, que le suministraron la base para su propio sistema fisiológico. En esto residió, a la larga, su gran error. Herófilo no dudaba en absoluto de que la función de venas y arterias fuera conducir sangre. Erasístrato, fascinado por las demostraciones de Estratón acerca de la absorción que el vacío ejerce sobre los líquidos, halló motivo en ella para concluir que las arterias están normalmente vacías de sangre. Sabía, por supuesto, que si se corta una arteria de un animal viviente se produce una hemorragia, pero existía el hecho contradictoria de que en los animales muertos las arterias están vacías de sangre y llenas de aire, de ese mismo aire que, al enrarecerse, tenía, según demostrara Estratón, la propiedad de absorber los líquidos. Sus observaciones de las diminutas subdivisiones de venas y arterias habían convencido a Erasístrato de que estaban conectadas por medio de vasos capilares. Su conocimiento de la neumática de Estratón le reveló luego la forma de conciliar dos hechos aparentemente contradictorios, a saber, que las arterias de un animal herido manan sangre, mientras que las del animal muerto se revelan vacías al efectuar su disección. Concluyó de aquí que las arterias están normalmente llenas de aire; que cuando se las corta, ese aire escapa, provocando un vacío; que la absorción de ese vacío hace pasar sangre de las venas a las arterias, a través de los capilares, y que esa sangre termina por manar al exterior, siguiendo al aire en su fuga. Esta explicación fatalmente ingeniosa constituyó durante algún tiempo un obstáculo para el descubrimiento de la verdadera función del sistema arterial. Cuatrocientos cincuenta años más tarde vemos que Galeno, luego de cuidadosos experimentos de vivisección, desaprueba la opinión de Erasístrato. Casi mil cuatrocientos años después de Galeno, Vesalio repitió esos experimentos ante sus alumnos, en Padua. Estas demostraciones de la presencia de la sangre en las arterias llegaron a ser tradicionales, y al cabo de otros ochenta años, aproximadamente, indujeron a Harvey, que había estudiado en Padua, a su gran descubrimiento. El éxito de Harvey no se debió a que no alimentara en su mente

falsas teorías. Tenía tantas como Erasístrato, pero no les prestó atención. El progreso esencial había consistido en la conquista del paciente espíritu de observación.

Matemáticos

La mecánica y la medicina son las dos ramas de la ciencia alejandrina que más claramente revelan su vinculación histórica con el Liceo. Las matemáticas, que en opinión de muchos fue la disciplina en que la ciencia griega alcanzó sus mayores éxitos, refleja, en cambio, la influencia de la Academia. Ello no significa, desde luego, que el Liceo haya sido indiferente a dicho estudio. Ya hemos dicho que uno de los discípulos de Aristóteles, Eudemo, escribió una historia de las matemáticas. Esta obra, escrita antes del año 300 a. C., no podría, aunque se hubiera conservado, darnos información alguna sobre el fundador de la geometría alejandrina, Euclides, cuyo tratado de los *Elementos*, en trece libros, es generalmente considerado el libro de texto más importante de toda la historia de la ciencia. Pero unos setecientos años después de Eudemo un filósofo neoplatónico, Proclo (410-485 d. C.) emprendió la redacción de un comentario al libro I de Euclides, para lo cual tomó de la obra de Eudemo un bosquejo de la historia de la geometría en los primeros tiempos, y sobre ese fondo trazó un esbozo de las realizaciones de Euclides. Este *Comentario* de Proclo se ha conservado, y resumiremos a continuación sus primeras páginas. Con este resumen esperamos conseguir tres cosas: primero, mencionar algunos datos sobre la historia inicial de la ciencia matemática griega, para los cuales todavía no habíamos encontrado espacio; segundo, definir las cualidades que valieron a Euclides tanta admiración en la antigüedad y en los tiempos modernos; tercero, subrayar un ejemplo, tomado de un escritor tan posterior como Proclo, de la atención que los griegos dedicaron a la preservación de su gran legado, aun en tiempos en que ya habían perdido la capacidad de enriquecerlo. Una de las principales glorias del Museo es la de haber iniciado la tradición del estudio erudito, sin el cual las creaciones del genio tienen pocas probabilidades de sobrevivir.

La geometría —dice Proclo— tuvo su origen en Egipto, debido a la perpetua necesidad de volver a medir las tierras cada vez que las inundaciones del Nilo hacían desaparecer las demarcaciones. Esta ciencia, como todas las demás, procede, naturalmente, de las necesidades prácticas. La aritmética, de modo parecido, surgió entre los fenicios de las necesidades del comercio y los contratos. Tales fue el primero en llevar la geometría de Egipto a Grecia, y con sus progresos en la generalización sirvió de ejemplo a sus sucesores. Pero el hombre que transformó el estudio geométrico en enseñanza liberal fue Pitágoras, quien se propuso cimentar esta ciencia sobre principios fundamentales, investigando sus teoremas por medio del intelecto puro, con abstracción de la materia. Descubrió la teoría de las proporciones y la instrucción de las figuras cósmicas. Entre sus sucesores se distinguieron

Anaxágoras de Clazómenes, Enópides de Quíos, Hipócrates de Quíos, que descubrió la cuadratura de la lúnula, y Teodoro de Cirene. Hipócrates fue el primero en escribir un tratado de los *Elementos*. Luego llegó Platón, quien imprimió notable ímpetu a la geometría, debido al entusiasmo que por ella sentía. Llenó sus diálogos de referencias a las matemáticas, e inspiró respeto por ellas a todos los amantes de la filosofía. Contemporáneos suyos fueron Leodamas de Thasos, Arquitas de Tarento, y Teeteto de Atenas. Un alumno de Leodamas, llamado León, escribió un tratado de los *Elementos*, superior al de Hipócrates. Otro libro sobre el mismo tema, de excelente composición, fue compuesto por Teodio, quien pertenecía a la Academia, al igual que Eudoxo de Cnido, Amiclas de Heraclea, Menecmo y su hermano Dinóstrato, Ateneo de Cícico, Hermótimo de Colofón y Filipo de Medma.

Todos los que han compilado historias —continúa diciendo Proclo— siguen el desarrollo de la ciencia hasta este punto. Poco después apareció Euclides, el autor de los *Elementos*, quien demostró irrefutablemente cuán imprecisas habían sido las demostraciones de sus predecesores. El hecho de que Arquímedes lo mencione demuestra que vivió en tiempos de Tolomeo I. Recordemos también su famoso dicho de que *no hay camino real a la geometría*. Ésta fue su respuesta cuando Tolomeo le preguntó si no había camino más breve a la geometría que el de los elementos. Era partidario de la filosofía platónica, y se propuso como objetivo de sus *Elementos* la construcción de las figuras platónicas o cósmicas. Escribió muchas obras científicas admirables, como la *Óptica* y los *Elementos de Música*. Pero su gran título para la fama reside en su tratado *Elementos de Geometría*, que es notable no sólo por el orden en que está compuesto, sino también por la selección de su material, pues no puso en él todo cuanto hubiera podido, sino únicamente lo que pertenecía a los elementos estrictamente hablando. Los *Elementos* constituyen una guía irrefutable y adecuada para la investigación científica del material matemático. Y aquí terminamos con el resumen de Proclo.

Los estudiosos ingleses de la geometría griega son especialmente afortunados. Además de excelentes obras más antiguas como la de Allman, *Greek Geometry*, y la de Gow, *Short History of Greek Mathematics*, en 1921 se publicó *History of Greek Mathematics*, en dos tomos, obra hoy mundialmente famosa, por Sir Thomas Heath, y en 1939 y 1941 los dos volúmenes de Ivor Thomas en la Biblioteca Loeb, *Greek Mathematical Works*. Esta última obra cubre el mismo campo que la *Historia* de Heath, pero en forma tal que facilita el estudio y subraya el valor de aquélla, pues mientras Heath ofrece una historia de la materia sin solución de continuidad, Thomas ha compilado una copiosa selección de materiales que se conservan de autores griegos, con traducción inglesa al frente y valiosas introducciones y notas. No hay camino real a la geometría griega, pero para los lectores ingleses el acceso al tema en su conjunto, o a sus sectores especiales, resulta ahora más fácil y seguro. Para quienes lean griego debe mencionarse la edición escolar anotada que Heath publicara del libro I de Euclides. Heath estaba seguramente en lo cierto cuando suponía que

muchos «estarían realmente interesados en ver el verdadero idioma en el cual el viejo alejandrino impartía enseñanza arlos jóvenes y a los adultos en aquellos tiempos, colocándose así en el lugar de sus colegas los estudiantes de hace veintidós siglos».

Con Euclides y sus sucesores inmediatos, Arquímedes de Siracusa y Apolonio de Pérgamo, la matemática alejandrina alcanzó tal desarrollo que se necesita un especialista para entenderla y describirla. El autor de estas líneas, por su parte, no tiene los conocimientos matemáticos necesarios para entender las obras de Arquímedes que han llegado hasta nosotros: *Sobre la esfera y el cilindro*, *Sobre los conoides y los esferoides*, *Sobre las espirales*, *Sobre la cuadratura de la parábola*. El tema del tratadito intitulado *El Arenario* es más accesible a la compresión del profano; a saber: los griegos usaban en sus cálculos aritméticos una notación alfabética que hacía difícil el manejo de grandes números. Allí donde nosotros no empleamos sino diez símbolos y expresamos fácilmente los mayores números mediante el significado que asignamos a su posición, los griegos empleaban veintisiete signos alfabéticos y no explotaban las ventajas de la notación posicional. Vivían asi obsesionados por la idea de que la expresión de números muy grandes demandaría el empleo de una inmensa cantidad de símbolos. El librito de Arquímedes, dedicado al rey Gelón de Siracusa, tiene el objeto de calmar ese temor. Expone un sistema por él inventado, mediante el cual, si el universo entero estuviera compuesto de granos de arena, y su número fuera conocido, éste podría ser expresado de manera simple y adecuada. El número más elevado de cuantos Arquímedes enuncia sería representado en nuestra notación por un 1 seguido de ochenta mil billones de ceros.

El derecho que Apolonio tiene a la fama procede de sus *Secciones cónicas*. En una carta dedicatoria a un amigo describe el alcance de esta obra. La composición del libro —dice— le fue sugerida por un geómetra llamado Naucrates, quien le hizo una visita en Alejandría y lo forzó a escribir las ocho partes lo más rápidamente posible, pues Naucrates debía hacerse pronto a la vela, y a causa de ello no tuvo el tiempo suficiente para revisarlo. Declara también que publica ahora una edición revisada, y pide a su amigo que no se sorprenda si algunas de las proposiciones han quedado aún en su forma primitiva e imperfecta. Los primeros cuatro libros ofrecen una exposición ordenada de los elementos de las secciones cónicas; los cuatro últimos tratan de problemas diversos. Los temas principales de los primeros libros son: 1) Métodos para obtener las tres, secciones. 2) Propiedades de los diámetros y ejes de las secciones. 3) Teoremas útiles para la síntesis de lugares en el espacio y para la determinación de los límites de posibilidad. 4) Investigación del número de veces que las secciones cónicas pueden cortarse entre sí, y con la circunferencia de un círculo. Tiene cuidado de indicar cuál es su propia contribución al conocimiento general del asunto.

Nuestras restantes alusiones a la geometría de los griegos serán sólo parte de nuestro examen de su astronomia, en la que ellos encontraron su principal aplicación,

pero antes de que abandonemos el tema será necesaria una observación general. El extraordinario éxito que Euclides tuvo al exhibir el conjunto de la geometría como deducción lógica de un pequeño número de definiciones, postulados y nociones comunes estableció una norma de la verdad científica que los griegos trataron de aplicar no sólo en el terreno de la matemática pura, sino también en ciencias experimentales y de la observación, como la mecánica y la astronomía, en las que los resultados no fueron tan satisfactorios. Los científicos tendieron a considerar como ciencia todo lo que pudiera ser incluido bajo la forma de deducciones de principios autoevidentes en un sistema lógicamente construido. La facilidad necesaria para poner en duda las presuposiciones fundamentales, a la luz de nuevas observaciones de fenómenos naturales o de procesos provocados, fue embotada por la pasión de la coherencia lógica. Los sistematizadores tendieron a reemplazar a los investigadores, y lo que no podía adecuarse al sistema fue dejado de lado. La fuerza y la debilidad de este ideal aparecerán claramente en lo que sigue.

Arquímedes (287-212) es considerado muy generalmente no sólo como el mayor matemático sino también como el más grande mecánico o ingeniero de la antigüedad. Algunos afirman también, aunque sin tanta seguridad, que fue, después de Estratón, el que mejor entendió el método experimental. Ya hemos hablado de sus trabajos matemáticos. Sus obras de ingeniería incluyen la construcción de un planetario, que según Cicerón reproducía todos los diferentes movimientos de los cuerpos celestes. Inventó un tomillo para extracción de agua que fue aplicado al riego en Egipto y a la extracción de agua de las minas. No se sabe con seguridad cómo funcionaba, pero los datos más recientes parecen sugerir que exigía un esfuerzo agotador por parte de los esclavos que lo manejaban. Arquímedes ideó sistemas de poleas compuestas para levantar grandes pesos. La maquinaria bélica que ideó para la defensa de Siracusa parece no haber sido superada en toda la antigüedad. Su devoción por el experimento queda demostrada por más de un pasaje. Más interesante, quizás, es el resumen, contenido en las primeras páginas del *Arenario*, de sus esfuerzos por llegar a una determinación más exacta del ángulo subtendido al ojo por el disco del Sol. Su predecesor Aristarco lo había calculado en 1/720 del círculo del Zodíaco, o sea medio grado. Para lograr un cálculo más exacto, Arquímedes observó el Sol en el preciso momento de tocar el horizonte, o sea en el único instante en que se lo puede observar con el ojo desnudo, empleando para ello un disco cuidadosamente torneado, montado perpendicularmente en el extremo de una larga regla, de modo que pudiera modificarse a voluntad la distancia entre el disco y el ojo. Arquímedes tomó dos lecturas: una, cuando el disco cubría completamente la esfera solar, y la otra, cuando apenas la dejaba asomar. La primera lectura le dio necesariamente un ángulo demasiado grande, y la segunda uno demasiado pequeño: el ángulo correcto debía de estar situado en algún punto intermedio. Arquímedes se esforzó también en corregir el error debido al hecho de que no vemos con un punto, sino con una superficie del ojo. Este experimento merece compararse con el antes mencionado de Estratón, por

implicar la construcción de aparatos para un fin específico y la adopción de precauciones para evitar errores en su empleo.

Pero cuando nos ponemos a examinar desde un punto de vista adecuado el carácter de las realizaciones científicas de este hombre único en su grandeza, podemos ver que revelan una cierta debilidad, debida al efecto que sobre ellas tuvo su desmedida admiración por la coherencia lógica de la geometría. Para entender mejor este punto, podemos establecer una comparación entre su obra sobre *Estática* y el tratado aristotélico ya descrito sobre *Mecánica*. Esta obra aristotélica, o mejor dicho, seudoaristotélica, nos muestra a la ciencia de la mecánica en un estado más elemental y vacilante que aquel al cual la elevó Arquímedes, pero, es también, más amplia y más emprendedora. El lector recordará la vasta variedad de problemas encarados por aquel tratado primitivo, tanto en la estática como en la dinámica, representando un esfuerzo para unificar a este amplio sector de fenómenos mediante una interpretación inspirada en las maravillosas propiedades del círculo. «En consecuencia, como ya se ha subrayado, nada hay de sorprendente en que el círculo sea el principio en que se originan todas estas maravillas. Las propiedades de la balanza dependen del círculo, las de la palanca dependen de las de la balanza, y todos los restantes problemas del movimiento mecánico dependen muy bien de la palanca» (*Problemas de la Mecánica, 848 a.*) No hay tal audacia en el intento de Arquímedes. Aunque había inventado muchas máquinas para arrojar pesos, no estudió la balística, pues conocía demasiado las dificultades lógicas contenidas en la idea de movimiento. Se proponía constituir una ciencia, y tal como él la concebía, una ciencia debía ser necesariamente presentada como una deducción lógicamente ordenada a partir de un número limitado de postulados claramente inteligibles. Por consiguiente, Arquímedes dejó a la dinámica de lado y limitó su atención a la estática, llegando así a producir su admirable obra maestra. Pero Pierre Duhem (*Origines de la Statique*, vol. I, pág. II) tuvo razón al observar, y Arnold Reymond, en un capítulo de excelente argumentación (*Science in Greco-Roman Antiquity*, pág. 195) tuvo razón al repetir que: «El camino seguido por Arquímedes en la mecánica, aunque constituye un admirable método de demostración, no es un método de investigación. La certeza y la lucidez de sus principios se deben en gran parte al hecho de que fueron recogidos, por así decir, de la superficie de los fenómenos, y no extraídos de su profundidad».

Esta excesiva admiración por lo puramente lógico en la ciencia sólo puede comprenderse si se la relaciona con el carácter general de la sociedad en que se formó. El reverso de la medalla fue el desprecio por las aplicaciones prácticas de la ciencia. Arquímedes fue el más gran ingeniero de la antigüedad, pero cuando se le pidió que escribiera un manual de ingeniería se negó a hacerlo (PLUTARCO, *Vida de Marcelo*, c. XVII). «Consideraba la labor del ingeniero, así como todo lo atinente a las necesidades de la vida, como algo innoble y vulgar», y quería que su fama ante la posteridad se fundara enteramente en su contribución a la teoría pura. Pero el juicio de la historia ha querido, irónicamente, que su tratado sobre la estática, lógicamente

perfecto, sea considerado hoy menos profundo y menos rico en promesas de fructíferos desarrollos que la obra inmatura y desordenada contenida en el *corpus* aristotélico.

ASTRÓNOMOS

La brillante obra de los astrónomos alejandrinos habrá de revelarnos también ciertas deficiencias que no dejan de tener relación con las condiciones sociales de la época. En la primera parte de este volumen hemos investigado la historia de la famosa formulación platónica del principal problema de la astronomía. Sean cuales fueren los movimientos *aparentes* de los cuerpos celestes. Platón estaba convencido, por razones religiosas, de que los movimientos *verdaderos* debían ser revoluciones a velocidad uniforme en círculos perfectos. En consecuencia, el problema quedaba formulado en estos términos: «¿Cuáles son los movimientos circulares uniformes y ordenados que deben suponerse para poder explicar los movimientos aparentes de los planetas?». Ya hemos dicho cómo la solución de este problema por Eudoxo, Calipo y Aristóteles llevó a concebir el universo como compuesto de cincuenta y nueve esferas concéntricas, con la Tierra en el centro y el cielo de las estrellas fijas en la posición más externa.

Tenemos que considerar ahora cuáles eran las aparentes irregularidades que debían ser explicadas en las suposiciones de Platón; afectaban a algo más que a los planetas, como Platón bien sabía. En sus *Leyes* (VII, 822 *a*) dice que es impío aplicar el término «planetas» (errantes o vagabundos) a los dioses del cielo, como si los llamados planetas, *y el Sol y la Luna*, nunca siguieran un recorrido uniforme, sino que erraran sin rumbo fijo. En efecto, no se trata solamente de que los planetas parezcan modificar sus velocidades, detenerse y regresar. Sucede, además, que tanto la *Luna* como los planetas parecen cambiar de distancia con relación a la eclíptica, y que ni siquiera la velocidad del Sol es uniforme. Si el Sol se moviera en un círculo a velocidad uniforme, las cuatro estaciones deberían ser exactamente iguales. Pero en cuanto se consiguió determinar la llegada del Sol a los dos solsticios y a los dos equinoccios con una cierta exactitud, resultó evidente que la duración de las estaciones varía notablemente. Esta variación había sido establecida por el astrónomo ateniense Metón algunos años antes del nacimiento de Platón (428 a. C.), pero el fenómeno siguió siendo objeto de afanosas investigaciones, y cien años más tarde, en 330 a. C., se registraba una observación sobre la duración de las estaciones de ese año con error de sólo medio día con respecto a nuestros modernos cálculos. Tales fueron las irregularidades observadas que tuvieron que tomar en cuenta los creadores del sistema progresivamente complicado de las esferas homocéntricas. Éstos eran, como llegó a decirse y a repetirse luego, los fenómenos que ellos debían salvar. La tensión interna producida por la contradicción entre los hechos observados y la base

matemático-religiosa de su concepción del mundo se asemeja a la producida en el siglo XIX por la contradicción entre el relato de la creación en el Génesis y los nuevos conocimientos geológicos y biológicos.

Platón, en su *Timeo* (39 b-d), habla de los «errantes derroteros» de los planetas como «incalculables en multitud y maravillosamente intrincados». Sobre este particular dice Heath (*Aristarco de Samos*, pág. 171) que tal admisión «está en franco contraste con las espirales regularmente descritas sobre esferas cuyas órbitas independientes son grandes círculos, y más aún con la afirmación, en las *Leyes*, de que es erróneo y hasta impío mencionar siquiera a los planetas como "errantes", pues "cada uno de ellos sigue el mismo recorrido, no muchos recorridos, sino siempre un recorrido circular"». «Por el momento —continúa Heath— Platón condesciende a emplear el lenguaje de la astronomía *aparente*, la astronomía de la observación; y esto puede hacernos recordar que la astronomía de Platón, aun en su última forma, tal como se expone en el *Timeo* y en las *Leyes*, es consciente e intencionalmente ideal».

Es un curioso cumplido para la preeminencia de Platón en cuanto idealista describir como un «ideal» su obstinada adhesión, por razones religiosa, a una hipótesis impracticable. Heath (*ob. cit.*, pág. 200) es menos ceremonioso con Eudoxo, el primero en elaborar el sistema humocéntrico. «Eudoxo —escribe suponía que el movimiento anual del Sol era perfectamente uniforme; debió haber ignorado deliberadamente, en consecuencia, el descubrimiento hecho por Metón y Euctemón sesenta o setenta años antes, de que el Sol no consume el mismo tiempo en describir los cuatro cuadrantes de su órbita entre los puntos equinocciales y solsticiales». Pero como estos descubrimientos inconvenientes continuaron multiplicándose, se produjo finalmente una brecha en la concepción de un universo geocéntrico cuyos cuerpos celestes se movían en torno a una Tierra estacionaria, en esferas homocéntricas. El audaz innovador fue un miembro de la Academia, Heráclides del Ponto (388-310), quien introdujo dos ideas revolucionarias. Tomando en cuenta que los planetas Venus y Mercurio nunca son observados a gran distancia angular del Sol, sugirió 1) la explicación de que no se mueven en tomo a la Tierra, sino alrededor del Sol. Añadió 2) que la apariencia de una revolución cotidiana de los cielos sobre la Tierra podría explicarse igualmente bien suponiendo una rotación diaria de la Tierra sobre su eje. Estas dos sugestiones eran sumamente perturbadoras, pues conmovían los fundamentos del universo en dos formas, primero, erigiendo al Sol en un segundo centro, y segundo, imprimiendo rotación al viejo centro fijo, la Tierra.

Éstas eran concesiones muy difíciles que debían hacerse a la ciencia de la observación. Los lectores deben recordar que la concepción matemático-religiosa del universo, fundada en las propiedades del círculo y de la esfera, había librado una dura batalla, para poder afirmarse, contra una teoría rival. Los atomistas creían que infinidad de mundos se formaban y se desintegraban en un espacio ilimitado. Los pitagóricos y los platónicos creían en la singularidad, la eternidad y la finitud de nuestro universo. Las innovaciones de Heráclides parecían peligrosas concesiones a

la hipótesis atomista. Tal era el estado de la ciencia astronómica cuando iniciaron su labor los astrónomos alejadrinos.

Heráclides del Ponto vivía en Atenas. El primero de los grandes astrónomos alejandrinos fue Aristarco de Samos, alumno de Estratón de Lampsaco. Vivió probablemente entre 310 y 230, con lo que tendría unos setenta y cinco años menos que Heráclides y veinticinco más que Arquímedes, y su recuerdo será imperecedero por haber sido el primero en proponer la hipótesis heliocéntrica. Copérnico, en el siglo XVI, sabía que estaba resucitando la teoría de Aristarco. Aunque el tratado en el cual Aristarco desarrolló su hipótesis se ha perdido, tenemos el más fidedigno testimonio de su existencia. Arquímedes, su contemporáneo, aunque algo más joven, en aquella interesante obra a la cual nos hemos referido tantas veces, el *Arenario*, nos dice que Aristarco publicó un libro que contenía diversas hipótesis, entre las cuales se hallaba la siguiente: *las estrellas y el Sol permanecen inmóviles, pero la Tierra gira en torno al Sol en la circunferencia de un círculo, manteniéndose el Sol en el centro de la órbita*. Aunque Aristarco seguía creyendo en el movimiento circular, y aunque es improbable que su sugestión tuviera otro alcance que el de una hipótesis matemática, tenemos pruebas de la conmoción que ella causó. Cleantes, jefe de la escuela estoica de Atenas, hombre muy devoto del culto de las estrellas, y que fuera casi exactamente contemporáneo de Aristarco (ambos murieron ancianos, y con sólo un año de diferencia), expresó su opinión de que los griegos debían procesar a Aristarco por impiedad. Estas amenazas de las escuelas filosóficas (Cleantes no hacía sino retomar el argumento de Platón en las *Leyes*) parecen haber involucrado un peligro real para el hombre de ciencia. Tal es la opinión de historiadores tan responsables como Paul Tannéry y Pierre Duhem (DUHEM, *Système du monde*, t. I, pág. 425). En toda la antigüedad sólo hubo otro astrónomo que apoyara su hipótesis, a saber, el babilonio Seleuco, quien vivió unos cien años después de Aristarco. En verdad, Seleuco fue más allá, y al parecer aseveró su creencia en ella no sólo como una hipótesis matemática, sino también como un hecho físico. Pero una golondrina no hace verano. La concepción de un universo heliocéntrico permaneció todavía nonata.

El tratado en el cual Aristarco desarrolló esta hipótesis, como hemos dicho, se ha perdido. Pero en cambio ha sobrevivido otro de sus escritos: *Sobre los tamaños y las distancias del Sol y la Luna*. Se cree que es de composición anterior, por cuanto no contiene alusión alguna a la hipótesis heliocéntrica, y funda parte de sus argumentos en un cálculo muy defectuoso del ángulo subtendido al ojo por el globo solar, cálculo que el propio Aristarco corrige en otra obra. Pero ese mismo libro nos ofrece un ejemplo tan admirable y típico de ciencia alejandrina que nos mueve a dar de él una breve descripción. La edición que de este texto ha hecho T. L. Heath en su *Aristarco de Samos* es uno de los libros clásicos modernos de la historia de la ciencia.

El libro comienza ordenadamente, como se acostumbra en Alejandría, con una lista de seis hipótesis que forman la base de todo su argumento.

1. Que la Luna recibe su luz del Sol.

2. Que la Tierra está en la relación de un punto y de un centro con la esfera en la cual se mueve la Luna.

3. Que cuando la Luna sólo nos muestra la mitad de su superficie, el gran círculo que divide las partes obscura e iluminada de la Luna está en la dirección de nuestro ojo. (O sea que los centros del Sol, la Tierra y la Luna forman un triángulo rectángulo cuyo ángulo recto tiene por vértice el centro de la Luna).

4. Que cuando sólo se nos muestra da mitad de la Luna, su distancia del Sol es menor de un cuadrante en 1/30 de cuadrante. (Este cálculo de la distancia angular entre la Luna y el Sol, 87 grados, está muy equivocado. El verdadero ángulo es superior a 89 grados).

5. Que el ancho de la sombra de la Tierra es el doble del ancho de la Luna.

6. Que la Luna subtiende una décimoquinta parte de un signo del zodíaco. (Esto también es erróneo. Como ya hemos visto, Arquímedes reproduce un cálculo posterior, y sumamente exacto, del mismo Aristarco, reduciendo su previa estimación de dos grados a medio grado).

Aristarco procede luego a establecer dieciocho proposiciones, de las cuales las más importantes son las siguientes:

1. La distancia entre el Sol y la Tierra es más de dieciocho veces, pero menos de veinte veces, la distancia entre la Luna y la Tierra.

2. El diámetro del Sol es más de dieciocho veces, pero menos de veinte veces, el diámetro de la Luna.

3. El diámetro del Sol tiene con respecto al de la Tierra una relación mayor que 19:3, pero menor que 43:6.

Aristarco había intentado únicamente comparaciones entre los tamaños del Sol, la Luna y la Tierra. Todavía no se habían hecho mediciones en unidades de medida usuales, o bien, si alguna se había hecho, no era adecuada. Este vacío vino a llenarlo el siguiente gran astrónomo y geógrafo alejandrino, Eratóstenes (hacia 284-192), quien observó que en Siena (la moderna Asuán), durante el solsticio de invierno, el Sol se halla directamente en el ccnit, mientras que en Alejandría, aproximadamente a 5.000 estadios de distancia, y casi en el mismo meridiano, el reloj de sol indicaba que el Sol estaba a una distancia del cenit de 1/50 del círculo del meridiano. Esto indica una longitud de 250.000 estadios para la circunferencia de la Tierra, y si fallamos en favor de Eratóstenes la duda que pudiera existir sobre qué tipo de estadio utilizó en sus cálculos, su diámetro polar terrestre resulta menor sólo en cincuenta millas que el determinado por nuestro cálculo moderno.

Geógrafos

Con Eratóstenes se constituye la ciencia de la geografía matemática y astronómica.

En su ascenso a partir de sus humildes orígenes, la geografía había participado de la rapidez que caracteriza el desarrollo de otras ciencias griegas. Sin duda, mucho trabajo preparatorio había sido ejecutado por investigadores anónimos, en muchos lugares del mundo griego. La astronomía misma había adelantado en esta forma. En una obra sobre *Signos del tiempo*, Teofrasto escribe lo siguiente: «Debe prestarse buena atención a las condiciones locales de la región en donde uno se halla, pero es también posible hallar un observador local, y los signos comunicados por tales personas son los más fidedignos. Así es como se han hallado buenos astrónomos en diversas partes; por ejemplo, Matricetas observó en Metimma los solsticios, desde el Monte Lepetimnos; Cleóstrato, en Tenedos, desde el Monte Ida; Feinos en Atenas, desde el Monte Licabeto. Metón, autor del ciclo calendario de diecinueve años, fue alumno del último de los nombrados. Feinos era un extranjero residente en Atenas. Podrían darse otros ejemplos de astrónomos locales».[6] De manera parecida, los puertos y costas del Mediterráneo deben haber sido descritos y cartografiados en forma imperfecta y aproximada por generaciones de marinos, antes de comenzar la labor científica. Anaximandro, como ya hemos visto oportunamente, fue el primero en trazar un mapa *del mundo*. Es muy probable que haya sido el primero en hacer un mapa de un puerto o de una extensión costera. En épocas posteriores los geógrafos griegos se refieren con más frecuencia a documentos llamados *Puertos y Viajes costeros* (*limenes* y *periploi*). Richard Udhen (*Imago Mundi*, vol. I, págs. 2 y 3) sostiene con fundamento que no se trataba de libros, sino de mapas.

Sea como fuere, y por muy temprano que pueda haberse iniciado esa preparación local de mapas, sabemos que a partir de la época de Anaximandro la geografía tiene una distinguida historia de rápido desarrollo. Hecateo, contemporáneo, aunque algo más joven, y conciudadano de Anaximandro, escribió una *Descripción del mundo*. La Historia de Herodoto está llena de información geográfica. Eudoxo escribió una segunda *Descripción del mundo*. La *Meteorología* de Aristóteles contiene muchos elementos de interés geográfico, y su alumno Dicearco se hizo famoso por su mapa del mundo habitado y por sus razonables cálculos de las alturas de las montañas.

De toda esta actividad fue emergiendo gradualmente la imagen de un globo geográfico, con polos, ecuador, eclíptica, trópicos, meridianos de longitud y paralelos de latitud. Se determinaron cinco zonas: zonas frígidas en los polos, una zona tórrida a ambos lados del ecuador, y dos zonas templadas, aunque la extensión de todas ellas fue en un principio variable, determinándose más por datos meteorológicos que por indicaciones astronómicas. El progreso de la geografía astronómica fue fomentado por la invención de instrumentos astronómicos —a Aristarco se atribuye, por ejemplo, el perfeccionamiento del reloj de sol— y, al menos en un ejemplo famoso, por el viaje de un marino que unía su entusiasmo científico a su interés comercial. Entre los años 310 y 306, cuando los cartagineses, que normalmente dominaban el extremo occidental del Mediterráneo, estaban trabados en lucha a muerte con los griegos de Sicilia, Piteas, marino heleno procedente de Marsella, atravesó las

Columnas de Hércules y puso proa a Cornualles para investigar las posibilidades del comercio del estaño. Es probable que su viaje se haya prolongado hasta Noruega y el Báltico, y que haya aprovechado la oportunidad para calcular numerosas nuevas latitudes. No hay duda de que esta hazaña tuvo su efecto en la ciencia geográfica de Eratóstenes.

A partir de aquel entonces, la instrucción de todo ciudadano requirió también un conocimiento general de la geografía astronómica, y la ciencia geográfica en sus dos principales divisiones —descriptiva y matemática— se hizo necesaria para la buena administración de los Estados. El mejor tratado antiguo de geografía que poseemos, o sea el de Estrabón (ocho volúmenes en la Biblioteca Loeb), fue compuesto entre los años 9 y 5 a. C., probablemente en interés de Pitodoris, reina del Ponto. Una permanencia anterior de alrededor de cuatro o cinco años en Alejandría le había dado acceso a las mejores fuentes documentales, de las cuales (doquiera las haya leído) hace abundantes citas. Luego de explicar que su obra será principalmente descriptiva, Estrabón se expresa en la siguiente forma: «Sin embargo, el lector no deberá ser tan inculto ni tan ocioso como para no haber estudiado nunca un globo y sus círculos, unos paralelos, otros perpendiculares a éstos, y otros oblicuos. Deberá conocer la posición de los trópicos, del ecuador y del zodíaco. Con un conocimiento básico de tales cosas —los horizontes, los círculos árticos, etc.— será capaz de entender el libro. Pero si no sabe siquiera lo que es una línea recta, o una curva, o un círculo, si no conoce la diferencia entre una superficie esférica y una plana, y ni siquiera puede señalar las siete estrellas de la Osa en el cielo de la noche, mi libro no le servirá para nada, o de muy poco. Deberá familiarizarse primero con los estudios preparatorios para el conocimiento de la geografía. Es también esta falta de un aprendizaje preliminar la que hace incompleta la obra de los autores de los llamados *Puertos* y *Viajes costeros*. No alcanzan a suministrar los detalles matemáticos y astronómicos necesarios.» (I, 1, 21).

OTRA VEZ LA ASTRONOMÍA

Debemos ahora dejar de lado la contribución de la astronomía a la geografía y volver a la astronomía misma. No sólo es la más grande conquista científica de la era alejandrina, sino que la especial forma de su desarrollo es lo que mejor revela la influencia de la filosofía predominante sobre la ciencia de la época. Hemos visto cómo los astrónomos ignoraban, aunque no por cierto tranquilamente, las irregularidades de los movimientos de los cuerpos celestes que no podían explicar. Pero su situación era todavía más difícil de lo que hasta ahora hemos descrito. No sólo había fenómenos aún sin explicación, sino que los había que no podían encajar en sus hipótesis. El hecho bruto es que la hipótesis homocéntrica era, en su principio fundamental, inaceptable, y que las razones de su inaceptabilidad eran generalmente

conocidas por quienes, a pesar de ello, trabajaban para perfeccionarla.

Si el sistema homocéntrico fuera verdadero, implicaría que cada uno de los astros mantiene una distancia invariable con respecto a la Tierra. Se mueven *en torno* a ésta, pero ni se le aproximan ni se alejan. Pero la distancia entre los planetas y la Tierra se modifica en realidad cotidianamente, como bien se comprueba a simple vista con los cambios en la luminosidad de Venus y de Marte. La distancia de la Luna varía, como se ve a través de las variaciones medibles de su diámetro aparente. Tales variaciones también quedan probadas por el hecho de que los eclipses de Sol son a veces anulares (cuando la Luna está demasiado lejos de la Tierra para poder cubrir al Sol completamente) y a veces totales (cuando la Luna está más cerca de la Tierra). Tales variaciones se deducen también de las variaciones en la velocidad de los astros. Si la velocidad angular de un astro se modifica, es porque no lo estamos observando desde el centro en torno al cual gira.

¿Cuán antiguo es el conocimiento de estos hechos? Oigamos lo que al respecto dice un astrónomo, Sosígenes, del siglo II d. C., quien leyó los viejos libros, perdidos para nosotros: «Las esferas de los partidarios de Eudoxo no explican los fenómenos. No sólo no explican los fenómenos que han sido descubiertos después de ellos, *sino que tampoco explican los que ya eran conocidos antes de ellos, y que ellos mismos consideraban verdaderos*. ¿Puede decirse que Eudoxo o Calipo hayan tenido buen éxito? Hay por lo menos una cosa que salta a la vista y que ninguno de ellos pudo deducir de sus hipótesis. Me refiero al hecho de que ciertos astros se aproximan a veces a nosotros, y otras se alejan. Esto puede verse en los casos de Venus y de Marte, que parecen mucho mayores en la parte media de su trayectoria retrógrada, hasta el punto que en noches sin luna Venus llega a arrojar sombras. Iguales variaciones pueden observarse en la Luna si la comparamos con objetos invariables en tamaño. Los que emplean instrumentos confirman esta observación. A una misma distancia del observador, es necesario emplear a veces un disco de once dedos de ancho para cubrir la Luna, y a veces uno de doce. Las observaciones de los eclipses de sol confirman esta circunstancia. A veces el Sol se mantiene por algún tiempo cubierto por la Luna; otras veces la Luna no llega a cubrir al Sol por completo. Igual conclusión se desprende de las variaciones diarias en las velocidades aparentes de los cuerpos celestes. Pues bien: los partidarios de Eudoxo no han podido explicar estas apariencias. Ni siquiera han tratado las variaciones de velocidad, aunque éste es un problema que merece atención. *No puede decirse que no conocieron las variaciones en la distancia de la misma estrella. Polemarco de Cícico supo de estas variaciones, pero las desechó como asunto sin importancia, porque abrigaba un prejuicio en favor del sistema que dispone a todas las esferas concéntricamente en torno al centro del universo.* También es evidente que Aristóteles, en sus *Problemas físicos*, ponía en duda las hipótesis de los astrónomos, porque el tamaño de los planetas no permanece siempre idéntico».

Tal es el resumen de Sosígenes, que refleja una crisis del pensamiento a fines del

siglo IV, en la Academia y en el Liceo de Atenas. El relato de Sosígenes está basado, al menos en parte, en la historia de la astronomía escrita por Eudemo, discípulo de Aristóteles, y a este mismo período pertenecen los hombres que menciona como habiendo discutido o eludido el problema: Eudoxo, Calipo, Polemarco, Aristóteles y otros cuyos nombres hemos omitido en nuestra versión abreviada. Fue precisamente al finalizar esta controversia con el establecimiento del sistema homocéntrico sobre la base de ignorar los hechos que no convenían cuando los sistemas de Heráclides y Aristarco rompieron con el punto de vista ortodoxo, y al afirmar que algunos planetas giraban alrededor del Sol, o que la Tierra misma lo hacía, intentaron explicar por lo menos algunos de esos enigmáticos fenómenos. Pero, como hemos visto, el miedo a desalojar a la Tierra del centro del universo era demasiado grande. Ese esfuerzo fracasó, y el sistema heliocéntrico fue finalmente abandonado, por lo que respecta al mundo antiguo.

Si examinamos este asunto más de cerca, encontraremos abundantes razones para maravillarnos. La falsedad del sistema de esferas homocéntricas era ya conocida cuando Eudoxo y Calipo lo estaban constituyendo. Sin embargo, mantuvo su reinado, si no libre de desafíos, al menos inconmovible, por espacio de unos dos mil años. ¿Cuál es la explicación? Ésta reside en las concepciones filosóficas más generales, dentro de cuya estructura tuvo que encajar a la fuerza la astronomía. Aristóteles había escrito un libro *Sobre el cielo*. No se trata de una obra de astronomía, sino de un tratado de física, en el mismo sentido en que lo es el *Timeo* de *Platón*. O sea, de carácter teológico y deductivo. En dicha obra, Aristóteles sostiene que siendo la actividad de Dios vida eterna, y siendo los cielos divinos, su movimiento debe ser eterno, y, en consecuencia, el firmamento debe ser una esfera rotatoria. Además, como el centro de un cuerpo en rotación se halla en reposo, la Tierra debe hallarse inmóvil en el centro del universo. La Tierra, reino del cambio, está compuesta por los cuatro elementos, a saber, Tierra, Aire, Fuego y Agua, pero los cuerpos celestes, que son eternos, están constituidos por un quinto elemento, libre del cambio, de la generación y de la composición, que no se mueve, como los elementos terrestres, en línea recta, sino en círculo.

Tal era la naturaleza del universo en las concepciones pitagórica, platónica, aristotélica primitiva y estoica. El cielo estrellado era la imagen visible de la divinidad. Como tal, compartió la suerte de los dioses, y pasó a juristicción de los teólogos. Tenía que desempeñar un papel muy especial: el de revelar al hombre la voluntad divina, y así desempeñó una función múltiple en el gobierno de ciudades e imperios. La estabilidad de la antigua sociedad oligárquica estaba ligada con una concepción particular de la astronomía. Sostener otros concepciones distintas no era un error científico, sino una herejía. La astronomía era en la antigüedad asunto tan espinoso como la crítica bíblica en tiempos modernos. La observación astronómica estaba sujeta a un ansioso escrutinio y a un manejo sumamente cauteloso. Se requería una indiscreción de un Colenso o la terquedad de un Loisy para ignorar la

convención. Los derroteros errantes de los planetas, las variaciones en la duración de las estaciones, los cambios de distancia entre los astros y la Tierra eran asuntos tan arduos como los milagros, las supercherías o las persecuciones. Los astrónomos mismos se debatían a menudo entre dos lealtades, como los modernos historiadores de la religión. No carecían de conciencia científica, pero sabían que estaban invadiendo un campo en el cual las opiniones involucraban consecuencias políticas y sociales. Con frecuencia, sus convicciones religiosas personales estaban en conflicto con los datos de la observación. La creencia en la divinidad de los astros era sostenida con violencia y pasión por muchas mentes exaltadas.

Por tales razones, no puede sorprendernos que los esfuerzos por alterar las concepciones astronómicas de acuerdo con una ciencia fundada en la observación, cuya autoridad no estaba aún asentada firmemente sino en rarísimas mentes, hallaran una violenta resistencia no sólo por parte de sacerdotes, filósofos y reyes, sino hasta de algunos astrónomos. «Los obstáculos que en el siglo XVII ofrecieron el protestantismo y luego la iglesia católica —escribe Duhem— al progreso de la doctrina de Copérnico sólo pueden darnos una pálida idea de las acusaciones de impiedad que el paganismo antiguo hubiera lanzado contra el audaz mortal que se hubiera atrevido a conmover la perpetua inmovilidad de la Tierra, el Hogar de los Dioses, y a asimilar el ser incorruptible y divino de las estrellas con el de la Tierra subalterno dominio de la generación y de la muerte.» (*Ob. cit.*, I, 425). Sólo los epicúreos mantuvieron y expresaron consistentemente tales opiniones blasfematorias, insistiendo en que ios cielos habían tenido comienzo, eran masas de materia muerta. Y se vieron en dificultades para tranquilizar a sus partidarios, asegurándoles que quienes propusieran tales teorías no estaban en peligro de ser condenados por causas de ellas (Lucrecio, V, 110-25). Justamente por razones como ésta la astronomía antigua rechazó las aberraciones de Heráclides y de Aristarco, y retornó a la concepción de un universo geocéntrico.

Esto provocó un retardo en la formación de opiniones más verdaderas sobre la forma y el tamaño del universo, y frenó la especulación mecánica y química acerca del movimiento y la sustancia de los astros. No interrumpió, en cambio, la prosecución de la astronomía posicional ni el perfeccionamiento del calendario. De aquí bien puede llegarse, como el poeta Rossetti, a la convicción de que «a nadie puede preocupar en lo más mínimo si la Tierra gira alrededor del Sol, o si el Sol gira alrededor de la Tierra». En esta última hipótesis se fundó la obra del gran astrónomo Hiparco, en opinión de muchos el más grande de la antigüedad, acuyo sistema nos referiremos a continuación.

La teoría de las excéntricas y de los epiciclos, que constituye la base no sólo del sistema de Hiparco (fallecido hacia el año 125 a. C.) sino también del de Tolomeo (muerto después del año 161 d. C.), fue probablemente invención de las escuelas pitagóricas del sur de Italia, de donde hubo de pasar a Alejandría. Los nuevos principios pueden ser fácilmente entendidos en sus formas más simples, aunque su

elaboración completa en la *Syntaxis* de Tolomeo implica un formidable estudio. Si nos atenemos a la hipótesis de que el Sol se mueve en un círculo perfecto, a velocidad uniforme, la única explicación de las variaciones que observamos en su velocidad angular es que *nosotros no estamos situados en el centro del círculo en el cual gira*. El círculo del Sol es excéntrico con relación a la Tierra. Esta teoría involucra la necesidad de suponer que un cuerpo como el Sol puede girar en torno a un punto geométrico, concepción difícil para el astrónomo antiguo, pero que se convirtió en la explicación aceptada. La teoría del epiciclo es un poco más compleja. Considérense los movimientos del planeta Venus. Son dos los que requieren explicación: la revolución sinódica, cuando Venus retorna a una misma posición con respecto al Sol y a la Tierra, y la revolución zodiacal. La suposición de que Venus gira en un círculo en torno a un punto que a su vez gira en torno a la Tierra sirve para explicar a un tiempo esos dos movimientos. El primero de los círculos es el *epiciclo*. Vemos completa su revolución en este ciclo en el período de la revolución sinódica. El círculo mayor, descrito por el centro del epiciclo en tomo al centro de la Tierra, es el *deferente*. El centro del epiciclo cumple esta revolución en el período de la revolución zodiacal del planeta. Un radio procedente del centro de la Tierra y que llegue hasta el centro del Sol pasa por el centro del epiciclo. El radio del epiciclo es dado por la distancia máxima que llega a interponerse entre Venus y el Sol.

Un esquema similar se aplicaría al planeta Mercurio, que también se mueve en la cercanía del Sol. En el caso de los planetas que están alejados del Sol ya no es posible suponer que un radio de la Tierra que pase por el centro del epiciclo ha de pasar siempre por el centro del Sol, pues esos planetas tienen todos períodos zodiacales más prolongados que el del sol, a saber: Saturno, treinta años; Júpiter, doce años, y Marte, dos años, según los cómputos que Eudoxo conocía. Pero la hipótesis puede generalizarse en la siguiente forma para todos los planetas: a todo planeta corresponde un círculo deferente, que está en el mismo plano de la eclíptica, y que tiene por centro el centro de la Tierra. Este círculo deferente es trazado por un punto que no es sino el centro del epiciclo en el cual se mueve el planeta. El tiempo invertido en el trazado del deferente es el período zodiacal. El tiempo invertido en el trazado del epiciclo es el período sinódico.

La astronomía alejandrina tuvo también su aspecto más práctico. En la actualidad el calendario nos parece cosa muy natural costó mucho perfeccionarlo, si podemos llamar perfecto a algo que un importante movimiento de opinión está pidiendo que se reforme. El astrónomo griego Gemino (quien escribió, según se supone, hacia el año 70 a. C.) define el problema de fondo cuando dice: «Los antiguos tenían ante sí el problema de contar los meses por la Luna, y los años, en cambio, por el Sol». Esta conciliación del método primitivo de calcular el tiempo por la Luna, con el método posterior de utilizar el Sol para tal fin, estableciendo así un calendario lunisolar, es una de las más grandes proezas de la civilización antigua, cuyo mérito corresponde en parte a los griegos, aunque algunos sostengan que éstos no hicieron más que servir

el eslabón entre las conquistas científicas de Babilonia y las necesidades civiles del imperio romano. Como sabemos, el año solar tiene aproximadamente 365 días y cuarto, mientras que el mes tiene unos 29 días y medio, de modo que no puede dividirse el año en un número redondo de meses. Por ejemplo, si hacemos el año de doce meses, sólo tendrá 354 días, faltando 11 para completar el año solar. Todavía hoy los árboles del desierto se las arreglan muy bien con este sistema, y el hecho de que hayan ganado ya cerca de cuarenta años desde la fecha de la Héjira (622) no tiene para ellos importancia práctica alguna. Pero ya en épocas muy antiguas hubo en las civilizaciones del Cercano Oriente quienes se esforzaron por determinar un ciclo de años en el cual coincidieran el año lunar y el solar. En el siglo VIII los griegos tomaron de los babilonios el ciclo de ocho años. Trescientos años más tarde, en 432 a. C., el astrónomo Metón puso en conocimiento de los atenienses un ciclo de diecinueve años, que probablemente se haya originado también en Babilonia. Se trata de un sistema muy eficiente, que mantiene de acuerdo el calendario lunar con el solar durante más de doscientos años antes de que sea necesario ajustarlo siquiera en un solo día. Pero hoy tenemos pruebas de que los atenienses, en la práctica, no lo observaron; otro síntoma de que la administración de los antiguos era menos eficiente que la actual. Cien años después Calipo ideó un ciclo de setenta y seis años. Al cabo de otros dos siglos Hiparco propuso un ciclo de 34 años. Estos refinamientos tenían más interés para los astrónomos —quizá para los astrólogos— que para los organizadores del calendario civil, pero debe tenerse en cuenta que cuando Juilio César se propuso reformar el calendario oficial romano mandó llamar a un especialista alejandrino que hizo al respecto un excelente trabajo.

Casi todos los escritos de Hiparco se han perdido, pero sabemos, por las pruebas que nos ha dejado Tolomeo, que tres de ellos se referían al calendario o a los problemas suscitados por su perfeccionamiento, a saber: *Meses y días intercalares, Sobre la duración del año, Sobre el movimiento de los puntos solsticiales y equinocciales*. En su esfuerzo por determinar con la mayor exactitud posible la duración del año, Hiparco descubrió la diferencia entre el año tropical y el año sidéreo, y así halló, y por cierto que también midió con asombrosa exactitud, el fenómeno de la precesión de los equinoccios. La astronomía moderna nos dice que, debido al abultamiento de la Tierra en el ecuador, el planeta oscila ligeramente durante su revolución sobre su propio eje. El efecto de esta oscilación es que el polo de la Tierra no se mantiene inmóvil, sino que se mueve en un círculo, completando su revolución en un período de 26.000 años. El efecto de esta oscilación es producir una ligera alteración en la posición del Sol y de los planetas, observados desde la Tierra, sobre el fondo de las estrellas fijas, alteración que fue descubierta por Hiparco. Esté astrónomo determinó el año tropical, o sea el intervalo del tiempo que transcurre entre dos pasos sucesivos del Sol por un mismo punto equinoccial, y también el año sideral, o sea el tiempo que tarda el Sol en volver a una misma estrella. Comparando sus descubrimientos con los registros de los astrónomos anteriores, notó que un

mismo punto equinoccial no mantiene a través de los siglos la misma posición con respecto a una estrella fija dada, sino que avanza lentamente por el zodíaco de Este a Oeste: de aquí el nombre de *precesión de los equinoccios*. En su libro sobre la duración del año dice Hiparco que la precesión no es menor de un grado por siglo. En su obra posterior sobre el mismo asunto llega a una determinación más precisa, dada por Tannéry como 1 grado, 23 minutos, 20 segundos. El cálculo moderno es de sólo 10 segundos más.

Se supone que Hiparco, para llegar a estos resultados, tuvo que trabajar con registros anteriores tanto babilonios como griegos. Sin embargo, sean cuales fueren las ventajas de que disfrutó, alcanzó resultados que nos inspiran profundo respeto y que sentaron normas tales para el trabajo científico que hasta las remotas generaciones del futuro podrán recordarlas con orgullo. Tan sensible era Hiparco a su deuda para con sus predecesores, tan presente tenía el hecho de que sólo los registros mantenidos a lo largo de generaciones hacían posible una conclusión tan refinada como la de la precesión de los equinoccios, que él mismo se propuso endeudar a la posteridad para consigo, y se puso a calcular las posiciones de unas 850 estrellas fijas, junto con algunas circunstancias de sus apariciones, para que los astrónomos futuros pudieran descubrir cualquier cambio. «Hizo de los cielos nuestra común herencia —comenta Plinio el Mayor—, suponiendo que aparezca alguno lo bastante grande como para poder entrar en posesión de ese legado.» (*Historia Natural*, II, 26, 95).

Es lamentable que el único tratado de Hiparco que ha llegado hasta nosotros no se cuente entre las más importantes e interesantes de sus obras. Pese a ello, nos dice algo con respecto a la época, y lo describiremos brevemente. Hacia el año 270 a. C., un versificador muy hábil, llamado Arato, había compuesto un poema didáctico sobre la astronomía, que siguió gozando de gran popularidad durante toda la época clásica. Un joven amigo escribió a Hiparco para informarse del grado de exactitud de ese poema tan influyente. Hiparco, al contestarle, luego de felicitarlo por su consecuente interés por la ciencia, empieza por sentar como punto general que el poeta Arato había tomado sus datos del astrónomo Eudoxo. Luego pasa a criticar a Eudoxo a la luz de conocimientos posteriores, lo cual no carece de interés, como se verá en el siguiente ejemplo: «Eudoxo demuestra su ignorancia sobre el Polo Norte en el siguiente pasaje: “Hay una estrella que permanece siempre inmóvil. Esta estrella es el polo del mundo”. En realidad, no hay estrella alguna en el polo, sino un espacio vacío cerca del cual hay tres estrellas, las cuales, unidas con el punto solar, forman un cuadrilátero irregular, como nos dice Piteas de Marsella». (*Comentario sobre Arato*, I, iv, i.)

La organización del conocimiento

La mención de este comentario sobre un poema que había sido escrito aproximadamente ciento treinta años antes sirve para recordarnos una función del Museo que de ningún modo debe ser omitida en la presente exposición. Hemos hablado de que la biblioteca anexa al Museo contenía aproximadamente medio millón de rollos. Esto bien podría conducirnos a una noción exagerada sobre la extensión de la literatura mundial en aquellos tiempos. Debe recordarse que las obras de Homero, que ahora pueden apretarse en un pequeño volumen de bolsillo, no ocuparían entonces menos de cincuenta rollos. No obstante, aunque exista el peligro de exagerar el número de los libros que entonces existían, no hay riesgo alguno de exagerar el papel del Museo en la creación de toda la técnica, aparato y tradición del estudio erudito. Un célebre estudioso moderno, Boeckh, describió el ideal de lo que los alemanes llaman filología como «el conocimiento sistemático de lo que se ha conocido» —*Erkenntnis des Erkannten, cogniti cognitio.* Esta labor de erudición, que es de importancia inapreciable para la especie humana, como fundamento indispensable del conocimiento histórico, fue adecuadamente encarada, por primera vez, en el Museo. El público británico de la actualidad está probablemente mucho mejor preparado para entender la importancia de las ciencias naturales que la de las históricas. Está más dotado para entender el significado de la ciencia que el de la erudición. Muchos son los que han sentido en sus propias mentes el poder transformador de las concepciones científicas, y de una actitud científica frente a la vida. Saben por experiencia propia que quien ha aprendido la técnica de la investigación científica ha ganado un nuevo poder mental. Pero son muchos menos los que han llegado a asumir una actitud similar con respecto a la erudición, los que han llegado a creer que el conocimiento sistemático de lo que se ha conocido no es una cosa muerta, sino la más viva de todas, por elevar la conciencia humana, podría decirse, a una nueva dimensión. El problema consiste en que tan pocos entre los mismos eruditos hayan llegado a comprender esta verdad. Collingwood no hablaba en balde cuando decía (*Autobiography*, ed. Pelican, pág. 61): «En los últimos treinta o cuarenta años el pensamiento histórico había venido alcanzando una aceleración en la velocidad de su progreso y una ampliación de su perspectiva comparables a las que la ciencia natural había alcanzado a comienzos del siglo XVII. Yo tenía por seguro, en la medida en que puede serlo una cosa futura, que el pensamiento histórico, cuya importancia cada vez mayor había sido una de las características más sobresalientes del siglo XIX, continuaría aumentando mucho más rápidamente su influencia durante el siglo XX; y que podríamos muy bien encontrarnos en el umbral de una era en la cual la historia sería tan importante para el mundo como la ciencia natural lo había sido entre 1600 y 1900». Una extensión del alcance del pensamiento humano tal como la que Collingwood prevé en este pasaje no podría haber sido siquiera atisbada si el Museo no la hubiera preparado a distancia, inventando la técnica de la conservación, la crítica y la transmisión exacta de los textos.

De este cuidado por el registro escrito del pasado surgió una gran realización de la ciencia alejandrina, la gramática. Los complicados fenómenos del lenguaje no son cosa fácil de analizar y finalmente, la aparición de una ciencia de la gramática había sido preparada por generaciones de investigación curiosa y esfuerzo práctico. La dificultad de estas etapas oscuras escapa a la mirada superficial. Aceptando la maravilla de la invención fenicia de un alfabeto fonético, tenemos todavía que averiguar cómo los griegos encararon el problema de adoptar esa escritura y adaptarla a sus propias necesidades. Eduardo Schwyzer[7] opina que la fonética práctica implícita en el recitado de los himnos del culto y de los poemas homéricos constituía la preparación necesaria para la aplicación de un alfabeto extranjero a la escritura del idioma griego. Sea como fuere, tenemos pruebas de que en el siglo VI los griegos de la Jonia eran ya gramáticos conscientes. Habían comenzado por prestar atención a la declinación de los sustantivos, y tenían una teoría de los casos. Los filósofos del siglo V dedicaron mucha atención a los problemas lingüísticos. Todos los fenómenos del lenguaje habían entrado ya para entonces en la esfera de la conciencia. Así es como se ocuparon de letras, sílabas, palabras, ritmo, estilo, etcétera. Las opiniones están divididas en cuanto a la tremenda cuestión de si los idiomas son establecidos naturalmente o por convención. Platón, en su *Cratilo*, discutió el asunto con característica amplitud y sutileza. Y con característica perversidad, también, debemos añadir, pues introdujo la extravagante teoría, agudamente criticada por Lucrecio (libro V, 104 y sigts.) de que las palabras fueron ¡inventadas por un Legislador y aprobadas, como adecuadas para el uso corriente, por un Metafísico! Aristóteles, los estoicos y los epicúreos continuaron la tarea del análisis lingüístico. Y en éste, como en otros sectores del conocimiento, correspondió a los alejandrinos dar a la materia forma sistemática.

El más antiguo texto de gramática que ha llegado hasta nosotros es el de un tal Dionisio de Tracia (o Dionysius Thrax, para darle su nombre latino). Muestra todo el genio de la época en su clara definición de la gramática como «conocimiento práctico del uso de los escritores en verso o prosa». Es evidente, por las principales divisiones del libro, que ha recibido su forma de su función. La literatura griega, cuando Dionisio escribió su gramática, tenía ya seis siglos de antigüedad. El idioma había cambiado con el paso del tiempo. La literatura había ido formándose en medio de una considerable variedad de dialectos, y en ese momento estaba siendo estudiada por pueblos no griegos de todo el mundo mediterráneo, para lo cual se necesitaba una ayuda, y ésta vino a aparecer bajo la forma de la gramática de Dionisio. Era su objeto suministrar un conocimiento práctico del uso correcto, y trataba de la corrección en la lectura, la explicación de las figuras del lenguaje, exposición de palabras y temas

raros, etimología, doctrina de las formas gramaticales regulares y, finalmente, crítica de la poesía, que es descrita como «la parte más noble de todas». Reproducimos a continuación dos muestras de su contenido. 1) Las partes de la oración son definidas como: nombre, verbo, participio, artículo, pronombre, preposición, adverbio y conjunción. 2) Se define la lectura como «la expresión sin tropiezos de poesía o de prosa». Continúan luego las instrucciones: «Al leer en voz alta deben cuidarse la expresión, la acentuación y la puntuación. La expresión indica el carácter de la obra; la acentuación, la habilidad con que fue compuesta; la puntuación, el pensamiento en ella contenido. Nuestro fin debe ser leer la tragedia en forma heroica, la comedia en estilo familiar, la elegía plañideramente, la epopeya con firmeza, la lírica musicalmente, las endechas con tono lacrimoso y lastimero. Si no se observan estas reglas, se frustra la intención del poeta y se pone en ridículo el arte del lector». ¡Cuán admirable gramática ésta! Segura en el gusto, firme en la doctrina, concisa en la presentación, clara en su objetivo, se mantuvo durante unos trece siglos como un monumento tanto del elevado carácter literario de la civilización griega como del dominio que tenían los alejandrinos en el difícil arte del libro de texto. Esta obra data del año 100 a. C., aproximadamente.

Estamos aproximándonos al final del primer período de la ciencia alejandrina, y el momento es apropiado para echarle un vistazo general. Hacia fines del siglo III d. C. un obispo cristiano, Anatolio de Laodicea, se entregó a la tarea de formular algunas generalidades muy amplias sobre la ciencia griega, cuya consideración habrá de sernos útil. Hace notar que en la época de los pitagóricos —en la cual debemos interpretar que incluye a Platón y su escuela— los filósofos creían que sólo debían ocuparse de la realidad eterna e inmutable, libre de toda mixtura. Pero en época más reciente —continúa— los matemáticos han modificado sus opiniones y han comenzado a tratar no sólo de lo incorpóreo e ideal, sino también de lo corpóreo y sensible. «En una palabra —escribe—, el matemático debe ser ahora experto en la teoría del movimiento de los astros, sus velocidades, sus tamaños, sus constelaciones, sus distancias. Además, debe instruirse con respecto a las diversas modificaciones de la visión. Debe conocer las razones por las cuales los objetos no parecen a cualquier distancia lo que son en realidad; porque, aunque mantengan sus relaciones recíprocas, producen apariencias ilusorias en cuanto a sus posiciones y a su orden, ya sea en el cielo o en el aire, o en espejos y en otras superficies pulidas, o bien a través de medios transparentes. Asimismo, se opina ahora que el matemático debe ser ingeniero y entender de geodesia y cálculo, y ocuparse de la combinación de los sonidos para formar melodías agradables».

Los temas aquí subrayados —astronomía, óptica, mecánica, geodesia, aritmética aplicada, armonía— nos hacen recordar los aspectos prácticos que la ciencia había asumido en su viaje desde la Academia de Platón, a través del Liceo de Aristóteles, hasta el Museo de Ctesibio y Arquímedes. Indican también que había una importante omisión en la lista de las ciencias que hasta ahora veníamos describiendo, a saber, la

óptica.

Esta materia tan importante, tratada muchas veces por los científicos alejandrinos, desde Euclides hasta Tolomeo, estaba dividida en cuatro partes principales: Óptica propiamente dicha, catóptrica, dióptrica y escenografía. La primera trataba de lo que ahora llamaríamos perspectiva, o sea los efectos visuales producidos por la observación de los objetos desde diferentes distancias y ángulos. La *catóptrica* trataba de los efectos producidos en los rayos de luz al refractarse en medios transparentes, o sea la reflexión en los espejos, formación del arcoiris, visión a través del prisma, espejos ustorios, etc. Podremos entender mejor lo que se incluía en la *dióptrica* mediante un examen del tratado de Herón de Alejandría sobre el instrumento de agrimensura llamado dioptra, que hacía entre los antiguos las veces de nuestros teodolitos. Se ocupa de problemas tales como: determinar la diferencia de nivel entre dos puntos dados; perforar un túnel a través de una montaña, comenzando por ambos extremos; construir un puerto sobre el modelo de un determinado segmento de círculo, dados los dos extremos. La cuarta sección, *escenografía*, es la aplicación de la perspectiva, sea a la arquitectura real o a los decorados escénicos. Trata de todo aquel tema fascinante en el cual nos introducen las palabras de un escritor del siglo VIII: «El objeto que el arquitecto se propone es producir una obra que esté bien proporcionada en apariencia, y, en la medida de lo posible, imaginar correcciones para las ilusiones ópticas, fijándose como objetivo la simetría y la proporción, no en realidad, sino según son juzgadas por la vista». Como es bien sabido, esta corrección de las ilusiones ópticas fue práctica de los arquitectos griegos y secreto de los maravillosos resultados que ellos obtenían. Sin duda, esta práctica tradicional fue sistematizada en un tratado en Alejandría, pero éste no ha llegado hasta nosotros.

Hemos dicho que los primeros doscientos años de la existencia del Museo fueron los más importantes. En realidad, antes de cumplirse ese plazo desde la fundación de Alejandría misma en 330, el Museo fue conmovido por una crisis con cuya descripción cerraremos este largo capítulo. El noveno de los Tolomeos, que se daba a sí mismo el nombre de Euergetes (o Benefactor) II, pero a quien los griegos de Alejandría llamaban el Malefactor o el Panzón, tuvo un largo y misterioso reinado, desde 146 hasta 117. De los monumentos que sobreviven se desprendería que hizo mucho bien a Egipto en su prolongado gobierno, pero su carrera ha sugerido al historiador que en realidad su falta consistió en que prefería gastar el dinero en fomentar las instituciones egipcias, en lugar de financiar a profesores extranjeros. El historiador Polibio, que visitó a Alejandría durante este reinado, manifiesta su disgusto por la situación que presentaba. Traza líneas divisorias bien definidas entre los tres elementos de la población: los egipcios, la clase gobernante griega, ya mestizada, y los soldados mercenarios extranjeros. Polibio dice que los egipcios nativos constituían una raza inteligente y civilizada. Afirma que los soldados mercenarios estaban desmandados y que habían olvidado la obediencia. Del tercer

elemento de la población dice que, estando compuesto originariamente por griegos, había retenido alguna memoria de los principios helénicos, pero se había corrompido como consecuencia de su posición privilegiada en relación con los nativos. Añade a renglón seguido que el Panzón casi los había exterminado.

Esta persecución contra el elemento griego en Alejandría parece confirmada por informaciones de otras fuentes (Ateneo, IV, 83), según las cuales hubo un gran resurgimiento del saber en otras regiones griegas durante el gobierno de este monarca, pues no sólo exterminó a muchos alejandrinos, sino que exiló a muchos más. «Como resultado de esto, todas las ciudades y las islas se llenaron de gramáticos, filósofos, geómetras, músicos, pintores, gimnastas, médicos y otros artistas que viéndose obligados por la pobreza a convertirse en profesores produjeron muchos discípulos famosos». Viene al caso señalar que el gran gramático Dionisio parece haber escrito su gramática no en Alejandría, sino en Rodas, por lo cual probablemente deba considerárselo como uno de esos exiliados involuntarios. Pero no hay que suponer, pese a lo antedicho, que el Museo dejara de existir en aquel entonces. Hay pruebas, en efecto, de que sean cuales fueren las proporciones y las causas de su persecución contra los griegos, Tolomeo IX fue un protector del saber y de la literatura. No obstante, su reino marca un importante cambio. No sólo sucedió que hombres de ciencia, eruditos y artistas hubieron de dispersarse por muchas y muy distantes zonas, sino que Egipto y el conjunto del Mediterráneo oriental cayeron entonces bajo la influencia del poder romano. Roma misma se hallaba desde hacía cosa de un siglo tratando de producir su propia literatura. Los romanos todavía no habían producido ninguna gran obra científica, ni estaban destinados, por otra parte, a producir muchas en momento alguno. Pero sus gobernantes eran ahora hombres cultivados, que comenzaban a interesarse por el idioma griego, y habían tenido oportunidad de divertirse en su país con la comedia nativa de Plauto y de Terencio. Estos dos comediógrafos, así como el poeta épico-didáctico Ennio, ya habían vertido al latín mucho de la sutileza del espíritu griego. De aquí en adelante ya no nos ocuparemos de un mundo simplemente griego, sino grecorromano.

Y no sólo grecorromano. Cuando el poder político de Roma precipitó en su órbita a todo el mundo mediterráneo, de todos los pueblos que subyugó sólo hubo dos, y nada más que dos, poseedores de literaturas que estaban destinadas a sobrevivir y a influir sobre las mentes y los corazones de los hombres, a saber: el pueblo griego y el pueblo judío. Ahora bien: fue en Alejandría donde comenzó la penetración de la mentalidad europea por las escrituras de los hebreos. Allí se cumplió una tarca que hasta entonces no había tenido paralelo en la historia: la traducción de la literatura de una civilización al idioma de otra. Algunos opinan que la iniciativa en la traducción al griego de las escrituras hebreas partió de los Tolomeos y del Museo. La opinión más probable es que los judíos alejandrinos, que estaban olvidándose de su propio idioma, hayan efectuado ellos mismos la traducción para su propio empleo en las sinagogas. Sea como fuere, primero la Ley y luego los Profetas hicieron su aparición

en idioma griego.

En tiempos de Tolomeo Fiscón (el Panzón), ya se había traducido todo el canon, y existía ya la Biblia Griega, o sea la versión de los Setenta. No es éste asunto de nuestro libro; pero, contemplado desde el punto de vista de su influencia mundial, es un producto tan grande y tan típico de los primeros doscientos años de la existencia de Alejandría como pueda serlo ciencia de Arquímedes o de Hiparco. La mezcla de ideas griegas y hebreas en Alejandría preparó el ambiente del cual surgiría la Cristiandad. Los Setenta suministraron el idioma en el cual se escribirían sus libros sagrados. Así, la Cristiandad fue preparada en Alejandría, conquistó Roma y llegó a fundar Constantinopla. Tendremos oportunidad, antes de terminar este trabajo, de referirnos nuevamente a esta importantísima creación alejandrina, la Biblia Griega.

NOTA BIBLIOGRÁFICA

Para la historia general del Museo, véase SANDYS, *History of Classical Scholarship*, vol. I. Para la ciencia de la época, son indispensables las dos obras maestras de T. L. HEATH, *History of Greek Mathematics* y *Aristarchiis of Sainos*. También es indispensable la obra de DUHEM, *Systéme du Monde*, vols. I y II. El libro de A. DE ROCHAS, *La Science des Philosophes et l'Art des Thaumaturges* es inteligente y claro, y rico en material poco común, pero ni tan erudito ni tan solvente como las obras de Heath o de Duhem. El artículo de JOTHAM JOHNSON, «Calendars of Antiquity» (*Journal of Calendar Reform*, Dic. 1936), bueno en sí mismo, contiene valiosas indicaciones bibliográficas. La mejor edición de la *Gramática* de Dionisio de Tracia es la de G. Uhlig, 1883. S. SAMBURSKY, *The Physical World of the Greeks* (1956), *Physics of the Stoics* (1759) (Routledge and Kegan Paul), expone brillantemente la teoría del continuo que con sorpresa el atomismo de la escuela epicúrea. Su tercer volumen, *The Physical World of Late Antiquity* (1962) [versión castellana: «*El mundo físico a fines de la antigüedad*», Eudeba, Buenos Aires, 1970] trata la historia de la física griega del siglo VIII d. C. y descubre en los trabajos de hombres como Simplicio y Juan Filópono un grado de agudeza y originalidad no reconocidos hasta el momento.

CAPÍTULO III

La Era Grecorromana

Mientras los primeros Tolomeos consolidaban su imperio sobre Egipto, un hecho histórico de importancia todavía mayor se había ido concretando en Occidente. La ciudad de Roma había conquistado y organizado Italia. Las comunidades italianas no estaban separadas de sus conquistadores por ninguna brecha cultural ni racial considerable, y los romanos encontraron en el robusto y populoso campesinado italiano un vasto depósito de poderío militar. Fueron en esto más afortunados que los Tolomeos de Alejandría, quienes se vieron en la necesidad de mantenerse en Egipto con un ejército exclusivamente griego al principio y principalmente heleno siempre, o que los fenicios de Cartago, cuyas ambiciones imperiales se fundaban en la base poco segura de ejércitos mercenarios constituidos por miembros de tribus bereberes. Roma e Italia eran capaces de un grado tal de unidad como nunca podían alcanzar Alejandría y Egipto, por un lado, o Cartago y África por otro. Gracias a esta circunstancia pudo Roma llegar a ser dueña del mundo.

La fuerza de la nueva potencia pronto hubo de revelarse. Pirro de Epiro, que aspiraba a desempeñar el papel de Alejandro en el Occidente, invadió a Italia con su ejército, en la esperanza de lograr una fácil conquista. Si hubiera podido dominar a Roma, hubiera conducido luego a los griegos de la Magna Grecia contra Cartago. Pero su carrera fue truncada antes de alcanzar gran impulso por la decisiva derrota que los romanos le infligieron en 275 a. C. De este modo la hegemonía sobre los griegos de Italia primero, y de Sicilia después, pasó a manos de Roma, dando comienzo a la cooperación grecorromana. Antes de finalizar el siglo III Cartago había sido abatida en dos guerras tan largas como encarnizadas. Al comenzar el siglo II los romanos estaban avanzando hacia el Este, y antes de la mitad de dicho siglo habían terminado con los sucesores orientales de Alejandro, a saber, los Antigónidas de Macedonia y los Seléucidas de Siria. Las ciudades griegas, tanto del Asia Menor como de la Península, habían pasado a reunirse con las del sur de Italia y con las de Sicilia para adornar el mundo romano. Sólo Egipto quedaba por conquistar, y Augusto se encargó de incorporarlo al Imperio.

Éstos fueron los acontecimientos que originaron la época cultural llamada Era Grecorromana. Los romanos, que con soberbia destreza política efectuaron la unificación de Italia, no eran un pueblo culto. No tenían literatura. Su idioma, que con excepción de algunas guarniciones y colonias estaba confinado al distrito del Lacio, en las cercanías de Roma y del Tíber, había comenzado en verdad a convertirse en una lengua apta para las discusiones y las decisiones políticas, pero nunca había sido empleado para la expresión de ideas filosóficas o científicas. En cambio ahora, dueños los romanos sucesivamente de las ciudades de la Magna

Grecia, de Grecia misma y de la Jonia, se encontraron hablando el idioma poco desarrollado de un pequeño distrito de Italia, pese a ser los dominadores, en el aspecto político, del mar Mediterráneo, que culturalmente no era sino un lago griego. Ellos, que antes de sus contactos con los griegos no tenían literatura, se vieron amos de un pueblo cuya literatura tenía una antigüedad de cinco o seis siglos, y se había convertido ya en asunto de apreciación sutil y erudita. Era inevitable, pues, que sus hijos comenzaran a ser instruidos por gramáticos griegos, y sus estadistas por políticos griegos. Sus diversiones, sus profesiones liberales, quedaron en manos de los griegos, y su literatura naciente se modeló sobre la de éstos. La cultura del mundo romano tornóse bilingüe. Aprende bien los dos idiomas, aconsejaba Ovidio en su *Arte de amar*, si no quieres aburrir a tu querida. Este consejo fue aceptado y seguido en otras esferas. Todo romano que deseara llamarse culto en cierta medida tenía que aprender griego, y todo griego que quisiera vender su cultura tenía que aprender el idioma de sus amos, los romanos. Los griegos poseían el saber, pero el dominio romano no era un simple hecho político, sino que tenía también su significado en la esfera espiritual. Roma había triunfado allí donde Grecia fracasara, y la responsabilidad del poder pesaba sobre los hombros de los romanos. La literatura romana no es una mera imitación de la griega, sino la expresión de una nueva era. Los romanos se formaron intelectualmente a través de sus esfuerzos por digerir una cultura extranjera, pero se propusieron digerirla con fines propios. La cultura romana, aunque menos original, tiene una nueva complejidad y una nueva madurez. Cicerón imita a Platón, pero discurre acerca del gobierno real y efectivo, y no sobre la justicia ideal. Lucrecio se instala a descansar en el Jardín de Epicuro, pero desde éste se dirige al Senado y al Pueblo romanos. Virgilio imita a Hesíodo en su granja, pero lo hace por sugestión del Emperador. Tácito estudia la declinación de la oratoria, pero da lecciones sobre la historia de una revolución política. Esta nueva conciencia, que caracteriza a la literatura de Roma, corresponde a una nueva configuración social y política del mundo. Una vasta zona del orbe se había unificado mediante la construcción de carreteras, el perfeccionamiento de los navíos y de los puertos, los movimientos de los ejércitos, la invención de nuevas formas políticas y la posesión de un idioma común. El *oikoumene*, el mundo habitado, era un organismo más complicado que cualquier ciudad-estado, y los problemas de su administración comenzaron a definirse poco a poco en las mentes de sus dueños romanos y de sus maestros griegos. Tan aplastantes parecían esos problemas en su mayor parte, que los hombres se resignaban al misticismo, el cinismo, el destino, las estrellas, los dioses y el emperador. Al mismo tiempo qué progresaban las ciencias en esta época se difundían también las religiones orientales, y las diversas filosofías degeneraban en escuelas de resignación. Pero en los libros y en los escritores de que hablaremos a continuación veremos algunas pruebas alentadoras de la capacidad que el hombre tiene para tomar su destino en sus propias manos.

La condición bilingüe del mundo grecorromano significa que desde el año 100 a. C. aproximadamente la ciencia europea tuvo dos idiomas; sin embargo, el trabajo se distribuía entre ambos de modo desigual. La tarea de desarrollar las ramas de la ciencia ya entonces tradicionales continuó efectuándose en griego. En latín se efectuó una tarea de asimilación y adaptación a las necesidades romanas, que involucró crítica, selección y organización, y produjo algunas obras maestras de un nuevo tipo.

Una consecuencia de esta relación de la ciencia romana con la griega fue que la gramática, que se contaba entre las últimas ciencias constituidas por los griegos, resultó ser, en cambio, la primera que los romanos llegaron a dominar, y en ella cumplieron una de sus mayores hazañas, pues al estudiar en griego y escribir en latín tomaron de esta disciplina una conciencia diferente. Los griegos habían llegado a preocuparse de la gramática por la necesidad de interpretar a sus propios escritores antiguos en su propio idioma, mientras que los romanos se convirtieron en gramáticos debido a la necesidad de estudiar una segunda lengua. Impulsados por su orgullo nacional a no convertirse culturalmente en una provincia griega, y empeñados en el esfuerzo de traducir al latín el acervo literario y científico de Grecia, comprobaron que era precisamente la gramática la primera ciencia griega que tenían urgente necesidad de adoptar y adaptar. Su primer gran gramático fue Lucio Aelio Estilón (hacia 154-74 a. C.), quien estudió en Rodas cuando residía allí Dionisio Tracio, expulsado hacía ya tiempo de Alejandría. El más grande discípulo de Estilón fue Marco Terencio Varrón (116-27 a. C.), autor de veinticinco libros sobre el idioma latino, de los cuales seis han llegado hasta nosotros. La nómina de los gramáticos romanos es larga, y no tenemos por qué reproducirla aquí. Pero al llegar al fin de una larga serie podemos mencionar dos nombres: Donato, quien vivió a mediados del siglo IV d. C., fue tan famoso que, al igual que Euclides, dio su nombre al asunto que estudiaba. A fines de la Edad Media se daba el nombre de «Donat» a todo libro de gramática. Todavía más grande fue Prisciano, cuyas *Institutiones Grammaticae* en dieciocho libros, aparecidas hacia el año 500 d. C., constituyen la más famosa gramática antigua. A pesar de su formidable extensión (tanta como la de la moderna gramática latina de Madvig) tuvo en un tiempo tal popularidad que no había biblioteca que no tuviera de ella un ejemplar, y todavía hoy se la conserva en unos mil manuscritos. Es inmensa la deuda de la cultura para con los gramáticos romanos.

Los fenómenos lingüísticos nunca han sido material de fácil análisis para la ciencia. Al respecto puede ilustrarnos un ejemplo de la forma en que supieron encararlos los gramáticos romanos. Donato, en su *Arte gramático*, comienza por definir *Vox*, o sea la voz. «La voz es una vibración del aire, perceptible para el oído. Toda emisión vocal es articulada, o bien confusa. Por articulada entiendo la que puede ser expresada en letras, y por confusa, la que no puede así representarse». Prisciano, evidentemente, cree que esta definición es justa, pero inadecuada, y ofrece

al principio de su libro I un análisis más extenso. «Los filósofos definen la voz como una pequeña cantidad de aire en vibración o como su efecto en los oídos. La primera definición es de la sustancia; la segunda, del accidente. Pues ser oída es algo que le ocurre a la voz. Hay cuatro clases de expresión vocal: articulada, inarticulada, letrada e iletrada. Articulada es aquella dotada de un significado por quien la emite. Inarticulada es la que no tiene ningún significado. Letrada es la que puede ser escrita; iletrada, la que no puede serlo. Ejemplo de expresión articulada y letrada es: "Canto a las armas y al hombre". Expresiones articuladas e iletradas son los gemidos, los silbidos y los suspiros, que tienen un cierto sentido pero no pueden ser escritos. Expresiones inarticuladas y letradas son por ejemplo "coax" o "cra", que pueden escribirse, pero nada significan. Expresiones inarticuladas e iletradas, que ni tienen sentido ni pueden ser escritas, son los cotorreos y los mugidos».

Varrón, a quien mencionáramos hace unos instantes, no es solamente el autor de la primera gramática latina de la cual se conserva una gran parte. También es para nosotros el prototipo del enciclopedista antiguo. Su gramática no era sino la primera parte de una vasta obra que incluía también lógica, retórica, geometría, aritmética, astronomía, música, medicina y arquitectura. Los romanos habían contemplado en un principio la cultura griega con cierto recelo. Pero al llegar a Varrón, podemos decir que se habían convencido de que era indispensable, y que se habían resuelto a asimilarla. Es también evidente que se la asimilaron en forma realmente duradera. El concepto que Varrón se formó de una enciclopedia del saber perduró durante toda la Edad Media y llegó hasta los tiempos modernos: sólo en los últimos siglos se ha vuelto anticuado, merced al desarrollo de las ciencias naturales e históricas.

CICERÓN Y LUCRECIO

Ahora bien: aunque de ningún modo puedan subestimarse los escritos de gramáticos y enciclopedistas, ellos palidecen y se reducen a proporciones insignificantes ante la proeza de dos hombres que, al sumar al trabajo de selección, crítica y organización el brillo de su propio genio, hicieron más que otro alguno para convertir al idioma latino en el introductor de la cultura griega en la Europa occidental. Cicerón y Lucrecio, tan diferentes como pudieran ser por sus dotes espirituales y mentales, dejaron ambos tras de sí obras maestras imperecederas que, si excluimos las comedias de Plauto y de Terencio, son los primeros monumentos del genio latino entre los que aún ejercen una influencia viva sobre el pensamiento y el estilo del mundo moderno. ¿Cuál es el secreto de la influencia de estos dos hombres?

En el último siglo de la era pagana, dos escuelas griegas, la estoica y la epicúrea, se disputaban la adhesión de aquellos romanos que alentaban aspiraciones filosóficas. Otras sectas había fuera de estas dos, entre las cuales sobresalían las diversas escuelas socráticas; pero como estaban mucho más cerca del Pórtico que del Jardín, bien

puede decirse que la única división real era la existente entre los seguidores de Epicuro y todos los demás. Los epicúreos, al igual que sus rivales, predicaban la creencia en los dioses, pero limitaban la esfera de acción de éstos a lo más íntimo de la vida personal, enseñando que los buenos entran en comunión con las sacras deidades, mientras que los malos se obsesionan con temores imaginarios respecto a ellas. Diferían terminantemente de las demás escuelas en cuanto excluían a los dioses de la naturaleza y de la sociedad. Sus dioses no creaban mundos, ni los dirigían; no habían enseñado a los hombres los rudimentos de la civilización, ni los habían guiado en sus refinamientos; no eran los guardianes de la propiedad ni de la moral pública, no lanzaban rayos sobre los rebeldes ni sobre los perjuros. Es de imaginar que en una ciudad como Roma, que había sido fundada y guiada por dioses, donde no se cumplía acto público alguno sin consultar primero la voluntad divina, donde los dioses contribuían poderosamente al mantenimiento del orden, los epicúreos no tenían mayor cabida en la vida pública. Por otra parte, dondequiera los hombres estudiaron a la naturaleza, no como manifestación de una providencia benévola, sino como un medio ambiente extrahumano, para cuyo dominio el hombre había sentado las bases al iniciar su vida civilizada; dondequiera los hombres estudiaron la historia, no para investigar en ella los misteriosos designios de los dioses, sino como memoria de las empresas y fracasos de la humanidad; dondequiera la naturaleza humana fue estudiada como base para el control racional de la vida instintiva; allí las enseñanzas de Epicuro fueron con suma frecuencia el fundamento. Tal era la atmósfera filosófica del mundo en el cual nacieron Cicerón y Lucrecio, y en el cual llegaron a convertirse, respectivamente, en los campeones de puntos de vista tan opuestos.

Cicerón era un hombre público, y aunque entre sus amigos contaba muchos epicúreos, nunca trata bien a la secta en sus escritos. Su filosofía era una mezcla de platonismo y de estoicismo. Se inclinaba por la metafísica de Platón y por la ética de Zenón, o mejor dicho, por las manifestaciones refinadas que de sus enseñanzas introdujeron en dichas escuelas las generaciones posteriores. Nadie lo considera como un pensador original, y no seré yo quien crea que sus opiniones, tomadas de prestado, hayan sido sostenidas con tal sinceridad como para que revistan el interés de ser el credo de un gran hombre. Ni siquiera él mismo les concedió tal valor. A pesar de ello, merece nuestra atención y nuestra admiración. El hombre que fuera autor, en política, de una *República* y unas *Leyes,* en las cuales las enseñanzas de Platón son aplicadas a la historia y a los problemas del Estado romano; en metafísica, de las *Cuestiones académicas,* y de las *Tusculanas,* en las cuales se acuñan palabras y fórmulas para expresar en latín los problemas fundamentales de la filosofía tradicional; en ética, de *Los fines,* y *Los oficios,* donde se hace lo mismo en el dominio de la conducta, dio tantos ejemplos de explotación acertada de las fuentes griegas para producir nuevas obras latinas, y de solución adecuada de los innumerables problemas que asedian al traductor, como para merecer un lugar elevado en la historia de la transmisión de las ideas. Por superficial que sea su

pensamiento, tiene cierto encanto la ansiosa respuesta de su mente al impacto de nuevas ideas, así como la virtuosidad con que dota a su idioma nativo, todavía poco evolucionado, de todas las cualidades necesarias para expresar el pensamiento de un Platón o de un Jenofonte, al igual que en la inagotable maestría con que emplea las palabras. Fue un gran literato, al igual que un gran orador y un gran político, y el sello de su personalidad se distingue en toda su obra. Asimismo, en aquel terreno en el cual la filosofía se toca con la ciencia, nos ha dejado una obra de gran interés, a saber, una versión, parte de la cual se conserva, del *Timeo* platónico, y una obra más o menos original sobre *La adivinación*, donde escribió, una vez al menos, con sinceridad y pasión. Constituye un tratado en dos libros y en forma dialogada. En el primero asigna a su hermano Quinto la tarea de defender la antigua práctica de consultar la voluntad de los dioses mediante los augurios, la aruspicina, la astrología y todos los demás recursos empleados en la antigüedad. En el segundo, se reserva la tarea más grata, y más difícil por cierto, de refutar semejante concepción. Lo hace con precisión y con agudeza, sin vacilar siquiera en concluir con la expresión de su creencia de que «rendiría un gran servicio a sí mismo y a su país si pudiera arrancar de raíz esta superstición». Este impulso revolucionario en Cicerón, dirigido contra instituciones probadas y establecidas, que en otros escritos había defendido por su utilidad, es en verdad un fenómeno sorprendente.

Es el ataque contra la superstición lo que más aproxima a Cicerón, aunque sólo sea por un momento, a su contemporáneo Lucrecio. Éste era partidario de Epicuro, o sea miembro de aquella escuela que, casi sola en su tiempo, luchó para eliminar de la naturaleza y de la historia la arbitraria intervención de las fuerzas sobrenaturales. Su obra es mucho mejor ejemplo de la capacidad de los escritores romanos para asimilar una masa de erudición griega y crear a partir de ella un nuevo conjunto orgánico. La base de la filosofía de Epicuro fue el atomismo de Leucipo y de Demócrito. Pero esta doctrina había sufrido los ataques de las escuelas socráticas, y la tarea de Epicuro había sido la de restaurar la teoría atomista superando las críticas de Platón y de Aristóteles. El atomismo, tal como Epicuro lo reconstruyera, fue la filosofía que Lucrecio trató de exponer a su público romano; pero es indudable que no se limitó a los trescientos rollos que dejara su maestro, sino que también realizó un estudio independiente de los presocráticos, en especial de Heráclito, Anaxágoras y Demócrito. Había estudiado también los escritos hipocráticos y las obras de Tucídides, material del cual hace uso en su sexto libro, y los errores que ha cometido en su interpretación demuestran, si tal demostración fuera necesaria, que no se trataba de estudios fáciles. Critica directamente opiniones de Platón, aunque no menciona su nombre. Homero, Esquilo y Eurípides también han dejado su marca en sus escritos. Tal fue el material griego estudiado y asimilado por Lucrecio.

Pero queda otra fuente griega todavía por mencionar, a saber, el poema filosófico *Sobre la Naturaleza*, del filósofo presocrático Empédocles de Agrigento. Lucrecio siguió su ejemplo al decidirse por la expresión versificada de su asunto. Esta

redacción en verso ha resultado un obstáculo para algunos estudiosos de Lucrecio. Muchos coinciden con la protesta de Shelley: «Aborrezco el poema didáctico. Todo lo que puede expresarse igualmente bien en prosa es tedioso y rebuscado en verso». Ésta es una opinión superficial. La mitad de la mejor poesía clásica es justamente didáctica. Cuando un autor tiene que exponer un gran asunto, cuya importancia siente de modo profundo, que excita sus emociones tanto como su pensamiento, que afecta tanto su imaginación como su intelecto, y que él anhela llevar no sólo a las mentes sino también a los corazones de sus oyentes; la poesía tiene muchos recursos de elocuencia para captar la atención, despertar el interés e impresionar la memoria. Lucrecio halló estas cualidades en Empédocles y se congratuló de tomar a un poeta por modelo, pues el idioma latino de su época se había desarrollado mucho más en verso que en prosa. En el verso filosófico ya había tenido un predecesor latino: Ennio. La prosa filosófica sólo estaba siendo creada en esos días, en parte por epicúreos, cuyas obras se han perdido, pero principalmente por Cicerón.

Hubo un factor en su época que revistió al atomismo, ante los ojos de Lucrecio, con los atributos de un evangelio. Según él, el mundo viviente de los hombres gemía bajo la carga del temor: temor de caer en la implacable lucha por la existencia, temor al desastre que podía sobrevenirles como castigo por el pecado, temor a la muerte, temor al castigo en el más allá. Lucrecio trató de calmar el primero de esos temores mediante una doctrina de anarquismo filosófico. Creía que si los hombres se contentaran con una vida simple, habría suficiente para todos. «Una vida sobria con un corazón tranquilo es gran riqueza, y en ella nada se echa de menos», canta, prueba suficiente, si alguna hacía falta, de que él mismo disfrutaba de seguridad y comodidad razonables. Mayor atención dedicó a los demás temores, los cuales, naturales como eran en los hombres, especialmente en los ignorantes, eran también inculcados en las masas por razones de estado. Polibio, Varrón, Cicerón, todos abogan por el uso de la superstición para gobernar a la multitud. Habiendo citado las opiniones de estos autores en otro lugar,[1] copiaré aquí un pasaje de otra fuente. Estrabón, que escribía hacia el año 30 a. C., dice: «No fueron sólo los poetas quienes pusieron los mitos en circulación. Mucho antes que los poetas, las ciudades y sus legisladores los habían sancionado como útiles recursos. Tenían cierta penetración en cuanto a la naturaleza emotiva del animal racional. Los hombres iletrados e incultos, afirmaban, no son más que niños, y al igual que ellos, les agrada que les cuenten cuentos. Cuando a través de narraciones descriptivas o de otras formas del arte representativo saben cuán terribles son los castigos y las amenazas divinas, evitan por temor incurrir en fechorías. Ningún filósofo, por medio de exhortaciones razonadas, podría inducir a una muchedumbre de mujeres, o a cualquier multitud extraviada, a la reverencia, la piedad o la fe. Tiene que recurrir también a su superstición, y esto no puede hacerse sin mitos y milagros. De modo que los fundadores de los Estados dieron su sanción a estas cosas como espantajos para asustar a los simples. Ésta es la función de la mitología, y así es como ella ha llegado a tener su lugar reconocido en

el antiguo plan de la sociedad civil, al igual que en las explicaciones de la naturaleza de la realidad». (*Geografía*, I, 2, 8.)[2]

El epicureismo, para Lucrecio, significaba guerra a cuchillo contra esta concepción del plan de la sociedad civil. Al comenzar su poema proclama que la filosofía por él ofrecida puede dar al hombre la victoria sobre la *religio,* o sea sobre la mitología oficial. Advierte a quienes deseen seguirlo que su camino no estará libre de asperezas, sino que tendrán que tropezar con la oposición de hombres a quienes llama *vates*, o videntes, que explotarán sus temores de lo que puede ocurrir a dos incrédulos después de la muerte. Una verdadera filosofía de la naturaleza es el arma con la cual él combate esos temores. Dos veces en su poema declara que los viejos filósofos griegos de la naturaleza, y no el oráculo de Apolo en Delfos, deben ser reverenciados como fuente de la verdad. Tal era la situación en la cual Lucrecio se propuso influir, y tal fue su mensaje.

Su poema quedó inconcluso, pero el plan de los seis libros que nos quedan es amplio y claro, y poco faltó para que lo completara. Los dos primeros exponen los principios fundamentales de la teoría atómica como explicación de la naturaleza del mundo físico. Los dos siguientes tratan del hombre: el primero de ellos expone la naturaleza del alma y la forma en que ésta se relaciona con el cuerpo, dando pruebas de la mortalidad de aquélla, y tratando de conjurar el miedo a la muerte; el segundo trata de la sensación, del pensamiento y de las funciones biológicas. El quinto libro se refiere a nuestro mundo y a su historia, describiendo su formación, la naturaleza y movimientos de los astros, y los comienzos de la vida y de la civilización; el sexto libro se ocupa de los fenómenos meteorológicos, de hechos curiosos de la tierra, de las pestes en general, y en particular de la gran peste de Atenas durante la guerra del Peloponeso. En ninguna del mundo moderno, se registra un esfuerzo comparable por reunir todos los fenómenos de la naturaleza y de la historia como testimonio conjunto para lograr una visión unificada de las cosas. Este libro es una verdadera enciclopedia, pero desde otro punto de vista no se parece a una enciclopedia en modo alguno, pues cada elemento de información que contiene no es sino una parte de un mismo argumento general. Una intensa excitación intelectual recorre toda la obra, y a ella contribuye, por otra parte, la circunstancia de que se halle inconclusa. Se experimenta la sensación de que Lucrecio debe haber muerto como Buckle, exclamando: «¡Mi libro, mi libro!».

De la inagotable variedad de los asuntos contenidos en estas nutridas páginas, hay un tópico —el bosquejo del origen y progreso de la civilización, contenido en la segunda parte del libro quinto— que nos interesa aquí particularmente. Ya subrayamos especialmente (cap. VI de la Primera Parte), como verdadera culminación de la ciencia presocrática, un breve resumen de la civilización tomado de Demócrito[3] y conservado para nosotros por el historiador Diodoro. Lucrecio, contemporáneo de Diodoro, nos da en unos setecientos versos lo que parece ser una elaboración del mismo esbozo que adoptara la escuela epicúrea. Por su eliminación

de la acción de la providencia y por su búsqueda de causas inteligibles en el dominio de la historia humana, constituye quizá la más madura contribución de la antigüedad a la ciencia del mundo moderno, motivo por el cual lo expondremos con cierta amplitud.

La tierra, nos dice el poeta, produjo primero la vida vegetal, y luego los seres vivos. Los primeros de éstos fueron las aves, nacidas de huevos; luego aparecieron los animales, nacidos de úteros arraigados en la tierra. Ésta ios alimentó, los vistió y los proveyó de un clima adecuado. Pero con el tiempo envejeció y cesó de alumbrar, y los seres vivientes comenzaron a propagarse por sí mismos. Sin embargo, antes de perder su fecundidad, la tierra produjo numerosos monstruos, hoy extinguidos. En verdad, sucumbieron todas las especies que no pudieron hallar alimento, reproducirse, protegerse o, en última instancia, ganarse la protección del hombre en pago de sus servicios a éste.

El hombre primitivo era más robusto que el actual, y más longevo. No producía alimentos, sino que los recolectaba. No conocía el fuego, las ropas, ni las casas, sino que vivía en los bosques o en las cavernas de las montañas, y se ayuntaba de manera promiscua. Evitaba a las fieras más peligrosas, y cazaba a otras con garrotes y piedras. La civilización comenzó cuando el hombre adquirió el fuego, llegó a vestirse con pieles, y se construyó chozas. Entonces comenzaron a unirse en pareja duradera el hombre y la mujer, llegando así a conocer las ternuras de la paternidad. La sociedad civil comenzó con la amistad y los pactos entre vecinos. El lenguaje fue producto de la sociedad. No podría haber sido inventado por un hombre e impartido por éste a sus semejantes, sino que, así como los perros, caballos y aves expresan la variedad de sus emociones mediante sonidos diversos, así el hombre empleó diferentes sonidos para designar diferentes cosas, hasta que por convención llegó a establecerse el lenguaje.

El conocimiento del fuego se originó ya sea en algún incendio causado por el rayo o en la ignición de las ramas de los árboles que el viento frotaba entre sí. El sol enseñó a los hombres a cocinar. Luego, gradualmente, aquellos que por su inventiva técnica adquirieron predominio fueron surgiendo como reyes y se construyeron ciudades, cada una con su ciudadela como baluarte y refugio del monarca. Estos reyes distribuyeron rebaños y tierras entre sus súbditos, en un principio de acuerdo con sus dotes personales, ya fueran éstas mentales o físicas. Pero la invención de la moneda y el incremento de la propiedad alteraron por completo las condiciones de vida. Las riquezas llegaron a ser más importantes que las cualidades personales, y en la sociedad envidiosa y ambiciosa que de ello resultó, la monarquía fue derribada y prevaleció la anarquía. De ésta surgió a su vez el gobierno constitucional. Se nombraron magistrados, se promulgaron leyes, y el crimen fue reprimido con sanciones legales. El poeta analiza luego la religión. ¿Cuál es la causa de su imperio universal? Se la encuentra en todos los grandes pueblos. Ha llenado las ciudades de altares y ha inspirado ceremonias anuales que sobrecogen de terror escalofriante a los

mortales, quienes a su vez propagan el mal y erigen nuevos templos en el mundo entero, con nuevas multitudes de adoradores.[4] La religión procede de una confusión de ideas en aquellas personas que no poseen una filosofía natural verdadera. Los hombres, tanto dormidos como despiertos, ven a los dioses en toda su gloria y (acertadamente) les asignan beatitud e inmortalidad. Contemplan también los fenómenos de los cielos, majestuosos, regulares e incomprensibles. Así llegan a imaginar que los dioses viven en el cielo y guían con sus voluntades todos esos fenómenos celestes. «¡Pobre de la especie humana cuando enhoramala atribuyó a los dioses tales actos y los imaginó al mismo tiempo capaces de amarga ira! ¡Qué de lamentaciones engendró para sí misma, qué de heridas para nosotros, qué de lágrimas para los hijos de nuestros hijos! Pues no consiste la piedad en hacerse ver a menudo con la cabeza cubierta, frente a una piedra, ni en acercarse a cada altar y caer postrado en el suelo, ni en extender las palmas de las manos ante las estatuas de los dioses, ni en rociar los altares con mucha sangre de animales, ni en proferir un voto tras otro, sino en ser capaz de contemplar todas las cosas con una mente en paz».

Las primeras lecciones de metalurgia las adquirió el hombre cuando los incendios de los bosques fundieron el oro, la plata, el plomo, el cobre y el hierro, y le sugirieron la posibilidad de forjar armas y herramientas. Antes de llegar a conocer los metales, las armas e instrumentos, el hombre había utilizado sólo sus propias manos, uñas y dientes, así como piedras, ramas arrancadas a los árboles, y llamas y fuego cuando halló éste. Supo montar a caballo antes de inventar los carros de guerra. Los cartagineses introdujeron el empleo del elefante con fines bélicos. Las vestiduras hechas con pieles cosidas precedieron a los tejidos, pues el telar no llegó a construirse antes de la invención del hierro. Los primeros tejedores fueron los varones, quienes más tarde dejaron esta tarea a las mujeres y se fueron a trabajar en las faenas campestres. La siembra y el injerto fueron enseñados por la misma naturaleza, y la gradual extensión de la labranza fue relegando los bosques a las colinas, brindándonos así los paisajes sonrientes que hoy disfrutamos. La música fue al principio una imitación del canto de las aves y de los silbidos del viento. El sol y la luna enseñaron al hombre la regularidad de las estaciones, y cómo adaptar a ellas su trabajo. A su debido tiempo llegaron las ciudades amuralladas, la navegación, los tratados y la celebración de los grandes acontecimientos en forma cantada. «Los barcos y la labranza; las murallas, las leyes, las armas, los caminos, las ropas y todo lo semejante; todos los valores y también todas las galas de la vida, sin excepción: los poemas, los cuadros y el cincelado de estatuas bien esculpidas, todas estas cosas fueron enseñadas lenta y gradualmente al hombre por la práctica, más el conocimiento adquirido por una mente infatigable, a medida que avanzaba paso a paso en su sendero. De este modo el tiempo ofrece por grados diversas cosas a los ojos de los hombres, y la razón las introduce en el dominio de la luz, pues en las diversas artes los objetos deben ser enfocados uno tras otro y en su debido orden, hasta que ellas alcanzan su punto más alto de desarrollo».

Muchas de las características principales de este bosquejo del progreso humano han contribuido, y tal vez sean todavía capaces de seguir contribuyendo, al desarrollo de la ciencia histórica. Podemos notar la fundamental importancia asignada a las grandes invenciones técnicas. Hay todavía mucha historia por escribir de nuevo, a la luz de esta concepción. Podemos advertir, también, la concepción de la ciencia como una imitación de la naturaleza, mediante la cual el hombre aprende a dominar, para su propio bien, su medio ambiente natural. Es muy notable el sentido que se advierte de la dependencia de la vida intelectual y moral del hombre, de sus circunstancias externas. El dominio del fuego, enseña Lucrecio, hizo del hombre un animal social: la sociedad dio ser al lenguaje. La arquitectura rudimentaria permitió a la pareja recién constituida compartir una choza; así comenzó a desarrollarse el amor conyugal y paternal. Pero el proceso tiene sus contradicciones inherentes. El fuego, que hace posible la civilización, debilita físicamente al hombre, y la invención de la propiedad y del dinero precipita a la sociedad en la confusión. La religión contiene, según se ve, elementos de verdad, pero se halla trágicamente mezclada con el error procedente de la ignorancia de la ciencia, y es cruelmente explotada por los gobernantes para mantener su poder. Finalmente, Lucrecio comprende que la historia sigue determinadas leyes, por cuanto «los objetos, en las diversas artes, deben ser enfocados uno tras otro y en su debido orden».

El poema de Lucrecio es descrito a menudo como un texto versificado de física atómica. Los que mantienen este punto de vista pensarán que hemos dado de él una interpretación parcial, al concentrar nuestra atención en una sola parte: a saber, el bosquejo del progreso humano. Pero nuestro acento sobre esa sección no está equivocado. El poema es esencialmente un análisis de la historia y de la sociedad humanas que en la mente de Lucrecio continuaban la historia del universo físico. El principal tema de la obra está constituido por las consecuencias sociales y psicológicas de la acción humana sobre la naturaleza, del conocimiento o la ignorancia humana sobre ésta, de las mentiras humanas a su respecto.

Este poema se halla extrañamente aislado en medio de la literatura romana. Puede decirse que contiene las opiniones del partido derrotado en la filosofía antigua. Sus ideas fundamentales, sobrevivientes de las escuelas presocráticas, resultaron ser incompatibles con el desarrollo, o con la decadencia, de la sociedad antigua. Virgilio, en su juventud, estudió profundamente a Epicuro, y siempre continuó amando el poema de Lucrecio, pero abandonó las ideas de estos dos hombres a medida que se convertía en el poeta de la reforma octaviana. Desde entonces la providencia fue su tema, y la historia humana se transformó para él en una sucesión de milagros y oráculos. Las artes fundamentales de la vida pasaron a ser representadas como revelaciones de los dioses. La dureza de la suerte humana fue explicada como una cuidadosa disposición de Júpiter para adiestrar al hombre moral e intelectualmente.

Ahora bien, aunque las ideas de Lucrecio procedían de la Jonia y ostentaban ciertas características de una época en la cual los hombres aún tenían confianza en su

capacidad para modelar sus propios destinos, no debe creerse que él compartiera tal confianza. Su epicureismo le enseñó a ver, en la filosofía natural, los medios para combatir el mito político-religioso; pero, como buen epicúreo, una vez excluida la intervención sobrenatural, mostró su indiferencia por saber cuál de las varias posibles explicaciones naturales de un fenómeno era la verdadera. Tampoco esta indiferencia fue atenuada por la necesidad de probar la verdad de una teoría en la práctica, así que, como epicúreo, aspiró a hacer la vida tolerable más por medio de un retorno a la primitiva simplicidad que por cualquier gran ataque técnico a la naturaleza. Vivía en una civilización decadente y en tiempos en los cuales toda perspectiva de mejora fundamental estaba todavía por debajo de los horizontes mentales. Creía que el mundo se hallaba desgastado y que pronto se desintegraría lanzando en forma de lluvia sus átomos sueltos por el espacio. Sus pensamientos eran el eco de un mundo más notable, ya desaparecido. En medio de su vergüenza ante el mundo de intrigas políticas en que vivía, sus calificativos favoritos para los viejos filósofos materialistas eran los de «serios» y «santos».

Vitruvio

Entretanto el mundo, tal como era, continuaba existiendo, y los romanos siguieron tomando de los griegos no sólo su filosofía, sino también sus artes más prácticas. La obra romana de selección y reorganización de las fuentes griegas está particularmente bien representada en el tratado de Vitruvio *Sobre la Arquitectura*. Este libro, escrito para Octavio poco antes de que asumiera el título de Augusto en el año 27 a. C., es mucho más amplio de lo que su título sugiere. Sus diez subdivisiones abarcan los principios generales de la arquitectura, la evolución del arte de construir y del empleo de los materiales, los diversos estilos de templos (jónico, dórico y corintio), los edificios públicos (teatros, baños y puertos), las viviendas urbanas y rurales, la decoración interior, el suministro de agua, los cuadrantes solares y los relojes, la ingeniería mecánica y militar. Es probable que una obra tan vasta y tan ordenada fuera toda una novedad. En el prefacio del sexto libro menciona (párrafo 12) a una docena de arquitectos griegos que habían hecho descripciones de obras maestras de su propio diseño y construcción, y (párrafo 14) a una docena de autores griegos que habían escrito sobre mecánica. Y por cierto que no se trata de un mero despliegue de erudición, sino que había estudiado y asimilado algunas o todas las obras de esos autores, si no perfectamente, al máximo de su capacidad. Pero la intención y la idoneidad necesarias para reducir todo ese variado y difícil material escrito en lengua extranjera a un manual práctico escrito en lengua extranjera a un manual práctico escrito para «el capataz y el director de obra», son mérito exclusivo de Vitruvio. El arquitecto —se lamenta Briggs— está ausente de la historia. Tenemos los nombres y los epitafios pomposos de arquitectos egipcios, pero ni siquiera los nombres de los

mesopotámicos, y nada en absoluto de los hebreos o de los cretenses. Conocemos muchos nombres de arquitectos griegos, pero sus escritos se han perdido. Para nosotros la literatura arquitectónica comienza con Vitruvio, y tal vez esto no se deba a un accidente histórico, sino al mérito, vale decir, a la amplitud, ordenamiento y utilidad práctica de su obra.

Uno de los encantos de Vitruvio consiste en que nos brinda muchos atisbos autobiográficos de su propio carácter, íntegro y libre de complicaciones. Recuerda (libro VI, Intr. 3 y 4) que mientras las leyes de todos los Estados griegos exigían que los hijos mantuvieran a sus padres, las atenienses añadían a ello una cláusula según la cual esa disposición sólo podía aplicarse a padres que hubieran instruido a sus hijos en algún arte u oficio. «De aquí —añade— que yo esté muy agradecido a mis padres por su sujeción a esta ley ateniense. Se preocuparon de que aprendiera un arte, y, por otra parte, uno que no puede ser adquirido de modo perfecto sin un vasto estudio de las artes liberales. Gracias a mis padres y a mis maestros obtuve una amplia educación, soy capaz de apreciar el arte y la literatura, y he llegado a ser yo mismo autor». El vasto alcance de sus inquietudes y su saber, y la finura de su gusto se revelan en su obra, que es una fuente muy importante para nuestro conocimiento de la ciencia y de la civilización antiguas.

Las opiniones de Vitruvio deben ser leídas a veces entre líneas. Así recomienda (lib. I, 2, 7) elegir «ubicaciones muy saludables, con manantiales adecuados, para la construcción de santuarios, particularmente de los consagrados a Esculapio y a Higea, dioses cuyos poderes curativos aparentemente sanan a muchos enfermos. Pues cuando sus cuerpos dolientes son transportados de un lugar insano a otro saludable, y son tratados con aguas medicinales, sin duda han de recobrarse con mayor rapidez. Como consecuencia, la divinidad ganará mayor fama y dignidad, gracias a la naturaleza del sitio». Un escepticismo igualmente discreto se revela en otro pasaje (IX, 6, 2), en el que Vitruvio desahucia muy pulidamente a la astrología, superstición casi universal en su época.

Hemos descrito en el capítulo anterior la firmeza con que la ciencia griega, llegada a su culminación, había captado, a través de Teofrasto, Estratón y Arquímedes, la idea del experimento. Vitruvio nos ilustrará tanto acerca de la supervivencia de esta idea como de la inseguridad con que se mantenía en su tiempo. Entre los pasajes mejor conocidos de su obra se encuentra la Introducción al libro IX, en el que describe el experimento que condujo a Arquímedes al descubrimiento del peso específico. En otro pasaje (libro VII, 8, 3) recomienda que dicho experimento sea repetido con mercurio. Una piedra que pesa cien libras flota en este metal, mientras que un escrúpulo de oro se sumerge en él. «De aquí la segura inferencia de que la gravedad de una sustancia no depende de la magnitud de su peso, sino de la naturaleza de la sustancia». Pero sus apelaciones al experimento aparecen más a menudo como ilustraciones de una opinión ya formada, que bien podría ser falsa. El libro I (6, 1 y 2) nos ofrece de ello un buen ejemplo. Vitruvio entabla aquí una

animada discusión sobre el asiento adecuado de una ciudad con relación al viento dominante. Mitilene, nos dice, está magníficamente construida, pero no bien situada, pues en ella, «cuando sopla el viento sur, los habitantes se enferman; cuando sopla el noroeste, tosen; cuando sopla el norte recuperan la salud, pero sufren tanto frío que no pueden permanecer en los pasillos ni en las calles». Estas excelentes observaciones lo conducen a una disquisición sobre la naturaleza del viento. No sabe que el viento es simplemente aire en movimiento, sino que supone que se suma al aire ya existente. «Se produce cuando el calor se encuentra con la humedad, y su ímpetu genera una poderosa corriente de aire. Esta circunstancia la conocemos gracias a las eolípilas de bronce, invención técnica suficiente para sacar a luz una verdad divina oculta en las leyes de los cielos. Las eolípilas son esferas huecas bronce, con una pequeña abertura en la cual se vierte agua. Si se las coloca junto al fuego, ni un soplo sale de ellas mientras no se han calentado bastante, pero en cuanto comienzan a hervir, sale un fuerte chorro causado por el calor. Gracias a este experimento, tan modesto como fácilmente realizable, podemos comprender las poderosas y maravillosas leyes de los cielos y la naturaleza de los vientos». Es de subrayar que esta *falsedad* «experimentalmente» establecida persistió hasta tiempos bien modernos. En el siglo XVIII el ilustrado viajero Rhyne, hombre de ciencia bien conocido en su tiempo, ubicó en la nube que se forma sobre la Montaña de la Tabla, en el Cabo de Buena Esperanza, la fuente desde la cual el poderoso viento del sudeste era «vertido» en la atmósfera.

El «experimento» de la eolípila no es en realidad experimento alguno, sino un argumento por analogía. Un mal uso aún más extraordinario de este tipo de argumento aparece en el libro VI (1, 5 y 6). Vitruvio acepta sin discutir una opinión, corriente en su época, según la cual los pueblos septentrionales tendrían voces de tono bajo, y los pueblos meridionales voces de tono agudo. Imagina que este fenómeno humano puede ser explicado por la estructura misma del universo. Los griegos estaban familiarizados con un instrumento de cuerdas triangular llamado sambuca. Ahora bien: un diagrama formado por el círculo del horizonte, un diámetro perpendicular de norte a sur y una línea oblicua trazada desde el punto del sur hasta la estrella polar «indica claramente que el mundo tiene la forma de una sambuca». Si imaginamos que la cuerda más larga de este instrumento cósmico cae desde la estrella polar hasta el diámetro del horizonte, y que el resto de las cuerdas paralelas va disminuyendo progresivamente su longitud en dirección sur, ¡podemos entender, por analogía, por qué la voz humana se vuelve más baja a medida que vamos hacia el norte!

Podemos referirnos a otros dos pasajes para ilustrar el alcance de este libro, que, aparte de sus méritos como manual de arquitectura, es rico en material para los historiadores de casi todas las ramas de la ciencia antigua. El libro II (1, 1-8) proporciona un bosquejo del desarrollo cultural del hombre primitivo, incluyendo el descubrimiento del fuego, el origen del lenguaje, y en particular, la evolución de la

arquitectura. El capítulo es importante para la historia primitiva de la antropología. Se hace alusión a los métodos contemporáneos de construcción en la Galia, España, Portugal y Aquitania, y a la arquitectura de la Cólquida, en el Ponto, «donde hay abundancia de bosques», en contraste con la de los frigios, «que viven en país abierto, no tienen bosques y, en consecuencia, carecen de madera». En un excelente pasaje del mismo libro (cap. IX), cuya información deriva de Teofrasto, se examina la adaptabilidad de los diversos tipos de madera para la construcción. De él citaremos unas pocas normas sobre la preparación de madera curada. «Al derribar un árbol, el tronco debe ser cortado hasta el mismo corazón, y debe mantenerse erecto hasta que la savia salga de él por completo. Así el líquido inútil correrá por la albura, y no se deteriorará la calidad de la madera. Entonces, y no antes, el árbol será derribado, y se hallará en óptimo estado de utilidad». Es probable que esta práctica fuera muy antigua. En la *Odisea*, Calipo conduce a Ulises a un lugar donde puede *derribar* para su balsa troncos curados. La idea de madera curada y sin derribar resultó tan extraña a Samuel Butler, que tomó este detalle como ejemplo de la ignorancia de los asuntos masculinos que probaría que la *Odisea* fue escrita por una mujer.

Pruebas de la competencia de Vitruvio en materia de arte podemos encontrar en su capítulo sobre «La decadencia de la pintura al fresco» (Libro VII, 5). Su fina sensibilidad no está en modo alguno fuera de tono con el carácter llano y práctico de su obra.

FRONTINO

El espíritu práctico llevado al extremo distingue la obra que en los acueductos de Roma realizó Frontino. Sexto Julio Frontino fue un experto estadista, acostumbrado a las más elevadas responsabilidades. Luego de su primer consulado fue enviado como gobernador a Bretaña, donde triunfó de los belicosos siluros y de su inhóspito territorio. En el año 97 d. C. fue nombrado por Nerva comisario de las obras hidráulicas. Ya era en ese entonces un autor experimentado —su *Arte de la guerra*, que se ha perdido, y sus *Estratagemas*, que se conservan, deben de haber sido escritos entre su regreso de la Bretaña y su nombramiento como comisario—, y cuando se hubo familiarizado a fondo con todos los conocimientos necesarios para sus nuevas tareas, a fin, según nos dice, de independizarse del asesoramiento de sus subordinados, llegado a un punto en que el éxito de su administración era ya evidente, resumió los resultados de sus estudios y de su práctica en su breve y brillante tratado sobre el suministro de agua a la ciudad de Roma. La falta de adornos, es parte del mérito de su obra. Sus hechos hablan por sí mismos. En efecto: nos cuenta que durante 441 años a partir de la fundación de la ciudad los romanos se conformaron con el agua que extraían del Tíber. En tiempos de Frontino, por el contrario, los siguientes acueductos transportaban el agua a la ciudad, desde puntos

cercanos o distantes: el Apiano, el Viejo Anio, el Marcio, el Tepulo, el Julio, el Virgo, el Alsietino o Augusto, el Claudio, y el Nuevo Anio. A continuación da detalles esenciales: las longitudes de los acueductos; características interesantes tales como la presa para la sedimentación del agua del Nuevo Anio; la calidad de las diversas fuentes de abastecimiento de agua (la del Augusto era turbia e impotable); un relato del saqueo clandestino del Julio por cañerías laterales, y cómo éstas eran descubiertas y destruidas. Luego de unos cuantos párrafos, colmados de detalles informativos, se permite una breve y tajante reflexión: «Comparad, si os place, este despliegue de estructuras indispensables, que transportan tal cantidad de agua, con las ociosas pirámides, o con las inútiles aunque famosas obras de los griegos». Este comentario es memorable, si bien un Vitruvio no se hubiera expresado con tan poca simpatía respecto a los templos de los griegos.

Es probable, como lo sugiere su más reciente editor, que la composición del libro de Frontino haya sido dictada por un propósito político tanto como por un fin administrativo. Puede haber sido un golpe asestado en favor de la política de Nerva, de debilitar el poder de los libertos en la administración y de fortalecer el poder del Senado. Sea cual fuere su propósito, no altera en absoluto su valor como testimonio del espíritu público y de la capacidad de su autor. Muy raramente en escrito antiguo alguno se experimenta la sensación de ser introducido con tal competencia en una rama de la ciencia aplicada. Leemos en él acerca de los planos de los acueductos, trazados para ayudar al cálculo del costo de mantenimiento, y también acerca de los constructores, fecha, fuentes, longitudes y altura de los acueductos; volumen del caudal, número de presas, calidad del agua y fin al cual ésta se destinaba. Se presta especial atención a las boquillas que se utilizaban para calcular el caudal. Nos enteramos de que existían boquillas de dimensiones inexactas, y de que otras no ostentaban la marca oficial. Frontino comprende muy bien la dificultad de los cálculos, pero añade secamente: «Cuando la cantidad de agua resulta ser menor en las boquillas de entrega, y mayor en las de recepción, es evidente que no se trata de error, sino de fraude». Y él estaba dispuesto a no tolerar ni una cosa ni otra. *De Aquis* es una obra de ciencia aplicada solamente, y tiene menos título para aparecer en una historia de la ciencia que el *De Architectura*, que, aun siendo estrictamente un libro de ciencia aplicada, es rico en reflexiones sobre la teoría en la que se funda la práctica. Pero el sentido del servicio público se está convirtiendo en una parte de la moderna concepción de la ciencia, y es difícil hallar un ejemplo de ciencia al servicio del público mejor que el proporcionado por Frontino. Su sentido de los beneficios que puede brindar a la humanidad es bellamente expresado en la declaración tan directa como simple con la que concluiremos nuestro resumen de su libro: «El efecto del celo desplegado por el emperador Nerva, el gobernante dotado de más espíritu público, redunda crecientemente, día a día, y llegará a redundar más aún en la salud de la ciudad… Ni siquiera las aguas residuales se pierden. La apariencia de la ciudad ha cambiado y es ahora limpia. El aire es más puro, y las causas de la atmósfera

insalubre que dieron tan mala fama a la ciudad en generaciones anteriores han sido eliminadas».

Celso

Algunos historiadores de la ciencia han visto en Cornelio Celso, que nos ha dejado el mejor tratado general de medicina del mundo antiguo, un ejemplo supremo de la capacidad romana de asimilar y organizar la ciencia creada por los griegos. Esto es un error. Los méritos de Celso quedan suficientemente reconocidos cuando vemos en él a un, admirable estilista. La obra *Sobre la Medicina*, que nos ha llegado bajo su nombre, es una traducción, con adaptaciones que se reducen principalmente a omisiones, del libro de un siciliano llamado Tito Aufidio, quien escribió en griego. La medicina griega se había puesto de moda en Roma durante la primera mitad del siglo I d. C., luego de la llegada a la capital del atractivo y enérgico médico bitinio Asclepíades. Éste tuvo unos cuantos discípulos distinguidos, entre los que se contaba Aufidio, el escritor cuya obra eligió Celso para su traducción. La deuda de Celso para con Aufidio permaneció en la oscuridad hasta que fue revelada por el paciente análisis de su editor moderno, F. Marx. Samuel Butler observa en alguna parte que los autores se inclinan a omitir la mención de aquellas autoridades con las que mayor deuda tienen. Y esta cínica observación se aplica, desgraciadamente, al propio Celso. Menciona a Asclepíades y a su discípulo Temison, pero no nombra para nada a Aufidio. Así consiguió hacerse con la reputación de haber compuesto él mismo el excelente tratado que lleva su nombre. Había sido mejor para su fama que se hubiera conformado con que se lo conociera como traductor y estilista, terreno en el cual su labor es inexpugnable. Es, como lo ha llamado Sir Clifford Allbutt, el creador del latín científico.

Los escritores romanos que se refieren a Celso lo describen como un hombre de limitado talento. Sin duda, sabían que sólo era un traductor. En cambio Aufidio era un genio singular. Tenía un estilo realmente intelectual. Su superioridad se revela en el dominio que tiene de la historia de su materia, así como de sus valores potenciales presentes; en su adhesión a los más nobles principios de la práctica médica, en la escrupulosidad con que reconoce los méritos de médicos más antiguos cuando tales méritos existen, y en su disposición para criticar a sus contemporáneos siempre que es necesario. Tanto su equidad como su intrepidez surgen de su consciente dignidad. Tenía que aportar a la práctica médica una contribución de gran importancia, mayor de lo que podría parecer a primera vista. No estaba dispuesto a contemplar regla alguna como panacea universal. Reconociendo la eficacia de las sangrías, de las purgas, del vómito y del masaje, insistía en que el momento y el grado de su empleo debían determinarse siempre de acuerdo con el estado de las fuerzas del paciente. Esto implicaba un enorme énfasis en la importancia de la observación clínica directa.

Sus pacientes eran sus libros. Estudiaba enfermos, no enfermedades. Pertenecía a la casta de los grandes curadores. Por su humanidad, por su integridad intelectual y por su respeto a la profesión, tiene entre sus antecesores a Hipócrates, y entre sus sucesores a los grandes clínicos modernos. Ilustraremos estas cualidades con una cita:

> Ésta es una descripción bastante completa de las fiebres.
>
> Los métodos de tratamiento varían de acuerdo con las autoridades. Asclepíades dice que la misión del médico es efectuar una cura segura, rápida y placentera. Todo ello es muy de desear, pero tanto el exceso de prisa como el exceso de placer pueden ser peligrosos. Tenemos que considerar en cada etapa del tratamiento cómo conseguir el máximo de seguridad, rapidez y complacencia, mientras volvemos al paciente a su estado saludable original.
>
> El primer punto a resolver es el tratamiento que se aplicará al paciente durante los primeros días. Los médicos antiguos trataban de promover la cocción administrando determinadas medicinas, pues el mayor de sus temores era el estado opuesto de crudeza. Luego trataban, mediante evacuaciones frecuentes, de librarlo de lo que parecía ser la materia nociva. Asclepíades prescindió de las medicinas. No empleaba las evacuaciones tan frecuentemente, pero sí en todas las enfermedades. Sostenía que la mejor cura de la fiebre misma. Creía que las fuerzas del paciente debían ser debilitadas mediante una fuerte iluminación, vigilia y sed. Ni siquiera permitía que se le lavara la cara el primer día. ¡Cuán equivocados están los que creen que su régimen era en todo momento placentero! El hecho es que si en los últimos días servía de alcahuete a los antojos del paciente, en los primeros se le aparecía como un torturador. Mi propia opinión es que las sangrías y las evacuaciones sólo deben emplearse en raras ocasiones, y que su objeto no debe ser el de debilitar las fuerzas del paciente, pues la debilidad es el peor de los peligros. En consecuencia, deberá reducirse todo exceso de materia, pero ésta será digerida naturalmente si nada nuevo se le añade. Por lo tanto, deberá mantenerse abstinencia de alimentos durante los primeros días. El paciente, a menos que esté debilitado, deberá ser mantenido a la luz durante el día. La sed y el sueño deben ser administrados en forma tal que aseguren la vigilia diurna. Durante la noche, si es posible, debe dormir. Aun sin beber es posible beber, podrán humedecerse los labios y la cara del paciente, si estuvieran secos y le causaran mortificación. Muy sutilmente observaba Erasístrato que la boca y la garganta a menudo necesitan líquido cuando las partes internas no lo requieren, y que no hay por qué hacer sufrir al paciente. Tal debe ser el tratamiento al principio.
>
> La mejor de todas las medicinas es el alimento suministrado en el momento oportuno. Queda por determinar ese momento. Muchos de los antiguos lo postergaban mucho, hasta el quinto o aun hasta el sexto día. Probablemente el clima del Asia o el de Egipto lo permitan. Asclepíades, después de cansar al paciente en toda forma durante tres días, proponía alimentarlo en el cuarto. Una autoridad muy reciente, Temison, tomaba en consideración, no el comienzo de la fiebre, sino su cesación o alivio, y daba alimentos dos días después — inmediatamente, si no había habido acceso de fiebre; si se producía, esperaba hasta que terminara; o bien, si era persistente, hasta que se aliviara. Ninguna de estas reglas es de aplicación absolutamente universal. Los alimentos pueden ser suministrados el primer día, o el segundo, o el tercero. Pueden suspenderse hasta el cuarto o el quinto. Pueden suministrarse luego de un acceso, o de dos, o de varios. Los factores determinantes son siempre el carácter de la enfermedad, el estado del cuerpo, el clima, la edad del paciente, la estación del año. En la gran variedad de estas circunstancias no puede haber una regla universal del tiempo. En una enfermedad que agota las fuerzas del paciente, hay que dar alimentos antes, lo mismo que en un clima donde la digestión es más rápida. Por este motivo, no parece adecuado que un paciente ayune siquiera durante un día entero en el África. Deberán darse alimentos más pronto a un niño que a un joven; en verano que en invierno. La única regla universal, buena para todo momento y para todo lugar, es la siguiente: el médico debe sentarse con frecuencia junto al lecho del enfermo y examinar las fuerzas de éste. Mientras el paciente tenga fuerzas de reserva, deberá dejarlo que combara la enfermedad con ayuno. En cuanto tema su debilitamiento, deberá socorrerlo con comida. Es deber del médico no recargar al paciente con demasiado alimento, ni debilitarlo con demasiado poco. He comprobado que Erasístrato lo sabía. No aclara suficientemente cómo puede uno saber cuándo el estómago no está debilitado, o en qué momento se debilita el cuerpo mismo. Pero cuando dice que estos puntos deberán ser observados antes de dar alimentos, aclara bastante bien que no deberá darse comida mientras haya reserva de fuerzas, y que deberá vigilarse para evitar el debilitamiento. De todo esto se deduce claramente que un médico no puede atender a muchos pacientes. El médico ideal, el que respeta su arte, nunca se aleja de su enfermo. Pero aquellos que practican por el interés, viendo que se gana más con una clientela numerosa, siguen complacidos una escuela que no demanda cuidados tan constantes. Puede mencionarse a este respecto el caso de las fiebres. Aun médicos que ven rara vez a sus pacientes pueden llevar fácilmente la

cuenta de los días y de los accesos. Pero el doctor que se propone averiguar lo único que en realidad importa, a saber, cuándo el paciente se está debilitando en exceso, debe mantenerse constantemente en su cabecera.

Carezco de espacio para seguir describiendo este libro. Baste decir que lo que acabo de traducir no ocupa sino dos páginas entre cuatrocientas, y aunque han sido elegidas por el especial interés de su asunto, son un buen ejemplo de la espléndida calidad del conjunto. Además, la obra es equilibrada. Celso eliminó ciertos aspectos del asunto que Aufidio había tratado, en especial la sección o secciones relativas a la etiología de las enfermedades. A pesar de ello, lo que queda es la mejor y más amplia obra individual que nos ha llegado de la antigüedad sobre el mantenimiento y recuperación de la salud. Aufidio probablemente escribió su trabajo en la segunda mitad del siglo I a. C. La traducción fue hecha bajo Tiberio, entre los años 20 y 40 d. C.

Para ser equitativos con Celso debemos mencionar que no todos los historiadores aceptan la tesis de F. Marx de que el libro *Sobre la Medicina* sea adaptación de una sola fuente. La opinión anterior, expresada v. g. por Wellman en *Pauly-Wissova*, en 1901, era que el tratado consistía en una compilación de varias fuentes, y Sir Clifford Allbutt, en su *Greek Medicine in Rome* (1921), reafirma esta opinión, interpretando la palabra «compilación» en tal forma que reconocería en Celso una buena dosis de originalidad como escritor, aunque no, por supuesto, como médico práctico. En todo caso, debe recordarse que el tratado *Sobre la Medicina* sólo es la cuarta parte de una obra enciclopédica estructurada de acuerdo con un gran plan, destinado a abarcar la vida humana en toda su amplitud. Esas cuatro partes eran: agricultura, medicina, retórica y el arte de la guerra. Las dos primeras se referían a la vida física del hombre; las dos segundas, a su vida como ciudadano. El arte de la agricultura provee los medios de vida, y el de la medicina, los de una vida saludable. La medicina protege lo que la agricultura crea. Similarmente, la retórica, en el amplio sentido que entonces tenía, proveía un adiestramiento completo para el ciudadano en las artes de la vida civil que el arte militar protegía. De modo que a la obra en su conjunto no podemos negarle el mérito de ser una nueva construcción, levantada con una diversidad de materiales griegos, pero que ostenta las características virtudes romanas de la organización y la finalidad. En comparación con el plan de la anterior enciclopedia, obra de Varón, podemos notar un énfasis quizás todavía mayor sobre la práctica. La extraordinaria erudición varroniana se reveló en un círculo cerrado de nueve materias, cuyo dominio ciertamente elevaría a cualquier persona a singulares realizaciones de tipo académico. Celso parece haberse preocupado menos de la cultura y más de brindar a su generación un breviario de las artes básicas, de las cuales depende la vida del individuo y de la sociedad. El programa de Varrón parece hecho para la Facultad de Artes de una Universidad. Celso, en cambio, suministró libros de textos para cuatro escuelas profesionales.

Plinio

Cuando pasamos de Varrón y Celso al tercero de los grandes enciclopedistas romanos, Plinio, ya no es tan fácil definir el carácter de su obra, la cual, por parte, ha sido apreciada de muy diferentes maneras en tiempos modernos. El gran naturalista francés Buffon (1707-1788) sobreestima sus méritos, pero define acertadamente el carácter de su *obra* cuando dice que se dedicó a todas las ciencias naturales y a todas las artes humanas, y el carácter del *escritor*, cuando manifiesta que «tiene aquella facilidad para las amplias perspectivas que multiplica la ciencia», y que «comunica a sus lectores una cierta libertad de espíritu, una audacia de pensamiento que es la semilla de la filosofía». Una obra que trata de todas las ciencias y de todas las artes, y que es obra de un solo hombre, tiene por fuerza que resultar desigual en calidad y desanimadora para el lector por su heterogeneidad. Plinio el Joven, al alabar la obra de su tío, dice que es «no menos variada que la naturaleza misma». Con todo, aunque los árboles oculten el bosque, no hay sólo grandeza sino también orden en su plan.

El mejor libro sobre Plinio es con mucho el de Littré, discípulo de Comte, editor de Hipócrates y famoso lexicógrafo, quien define así el plan de la *Historia Natural*: «El autor comienza por exponer ideas sobre el universo, la tierra, el sol, los planetas y las propiedades notables de los elementos. De esto pasa a la descripción geográfica de las partes de la tierra conocidas por los antiguos. Luego de la geografía viene lo que llamaríamos historia natural, o sea la historia de los animales terrestres, de los peces, los insectos y las aves. La sección botánica que sigue a esto es extensa, especialmente porque Plinio introduce mucha información sobre las artes, como sobre la elaboración del vino y del aceite, el cultivo de los cereales y diversas aplicaciones industriales. Concluida la sección botánica vuelve a los animales, pasa a las sustancias minerales, y en lo que constituye una de las partes más interesantes de su libro, enumera de un tirón los métodos de extracción de esas sustancias, y los métodos de la pintura y la escultura de los antiguos».

Bastará con esto en lo que se refiere a la naturaleza general del contenido. ¿Pero qué hay de la obra en detalle? Plinio fue un autodidacta, que extrajo el material para su enciclopedia de unos dos mil libros debidos a unos quinientos autores, griegos en su mayoría. Aun admitiendo la posibilidad de que muchas de las autoridades griegas que cita sean tomadas de segunda mano de compilaciones latinas anteriores, su obra no deja por ello de representar una enorme labor de erudición. ¿En qué medida tuvo éxito? Es difícil que haya hoy quien pueda discutir el juicio del prudente y favorable Littré, según el cual «no hay que buscar en él criterio científico propiamente dicho». A pesar de ello, el libro conserva extraordinario valor. Lynn Thorndike hace notar en su *History of Magic and Experimental Science* que «es tal vez la más importante fuente individual que nos ha quedado para la historia de la civilización antigua». Circunstancia que emana no sólo de su amplitud y de su variedad, sino también de su punto de vista.

Este punto de vista, ya indicado correctamente por Buffon, es definido con mayor

amplitud por de Blainiville (*Histoire des sciences de l'organisation*, I, pág. 336) —en términos generales un crítico desfavorable a Plinio— en la siguiente y feliz descripción del libro: «Es una suma, un inventario, un catálogo histórico de lo que el hombre había hecho hasta entonces con los cuerpos naturales». No puede afirmarse (como lo hiciera Francis Bacon) que este punto de vista haya estado por completo ausente de las historias naturales de los griegos. Teofrasto, por ejemplo, indica en numerosas oportunidades los usos industriales de la madera y de las piedras. Pero sólo en Plinio constituye este tema el espíritu informante de una historia natural escrita en la antigüedad. El hombre es para Plinio el centro del cuadro, y él determina la elección de su material. A ello debemos que, cuando habla de metales, se remonte a la acuñación de monedas, a los anillos (incluyendo una disquisición sobre la clase media de Roma, o sea la de los équites) a los sellos y a la administración de Italia por Mecenas en ausencia de Octavio. A ello debemos que, cuando habla de los animales, se ponga a describirnos las medicinas de ellos derivadas. Y así sucesivamente, a lo largo de su libro.

Otro autor francés, Egger (*Examen critique des historiens anciens de la vie et règne d'Auguste*, secc. VII, pág. 183), ha ilustrado con acierto la novedad de la información que a veces hallamos en Plinio, debido al punto de vista desde el cual éste escribe. «¿Nos hubiera dicho jamás Tácito que en la frontera de Germania los capitanes de las bandas auxiliares al servicio de Roma empleaban a sus soldados nativos para cazar una raza de gansos silvestres, cuyas plumas eran empleadas para rellenar las almohadas de los soldados romanos? ¿Se hubiera dignado Tácito decirnos que las pieles de los erizos eran objeto de una vastísima actividad comercial en el imperio romano, hasta el punto que los desórdenes provenientes del monopolio de este comercio fueron siempre causa de graves preocupaciones para el gobierno, motivando más decretos del Senado que ningún otro asunto?». Pero, por desusados que sean estos detalles, no son las más importantes de sus contribuciones a la historia social. El principio de su décimooctavo libro está dedicado a un breve pero magistral bosquejo de la historia de la propiedad territorial en Italia y en las provincias. Egger hace notar con razón que aunque Plinio se equivocara a menudo en historia de las artes, sucede que este viejo sabio, que había sido cónsul, general y almirante, es una autoridad de primer orden en un asunto sociológico de esta índole, lo cual hace aún más notable su famoso veredicto: «Si admitimos la verdad, fue el sistema de los latifundios el que arruinó a Italia y el que está hoy arruinado también a las provincias».

La franqueza de su pensamiento y la mordacidad de su estilo, reveladas en este pasaje, distinguen muchas otras páginas de la extraña enciclopedia. Por cierto que en sentido muy auténtico la *Historia Natural* de Plinio debería ser contemplada como el prototipo del *Diccionario filosófico* de Voltaire. Le da, en efecto, oportunidad para ventilar sus opiniones acerca de todos los temas. De aquí la libertad y la elevación a que Buffon se refería. Hasta hay en él *humour*, en el sentido inglés del término. Así,

luego de una disertación tan epigramática como llena de contenido sobre las variedades de la creencia religiosa, concluye en la vena siguiente: «Para las imperfecciones naturales que en él se revelan, tiene el hombre un peculiar consuelo, a saber, que ni siquiera Dios es todopoderoso. Pues no podría, por ejemplo, suicidarse aunque lo deseara, lo cual, en las pruebas de nuestra vida mortal, es el mejor don concedido a los hombres. No puede hacer inmortales a los mortales, resucitar a los muertos, hacer que no haya vivido uno que en efecto vivió, o que no haya ocupado puestos quien en realidad los ocupó. No tiene otro poder sobre el pasado que el del olvido, y si se me perdona el ilustrar nuestra semejanza con Dios mediante ejemplos triviales, no puede hacer que dos veces diez no sean veinte, y así sucesivamente. Todo lo cual revela inequívocamente cuál es el poder de la naturaleza, y el hecho de que éste sea el poder al que llamamos Dios. Confío se me disculpe esta digresión acerca de lo que me temo se hayan convertido en lugares comunes motivados por la interminable discusión acerca de Dios». (L. II, 27).

Y finalmente, aquí tenemos otro pasaje, que debe a Lucrecio algunos de sus argumentos, pero que es completamente personal y característico: «Más allá de la tumba yacen las especulaciones vacías sobre los espíritus de los muertos. Pues cada uno de los hombres será después de su día postrero lo mismo que era antes de su primer día. Luego de la muerte, ni el cuerpo ni el espíritu tendrán más sensación que la que tenían antes del nacimiento. Esta vanidad de plantear reclamaciones al futuro e imaginar para uno mismo una vida en la estación de la muerte toma diversas formas: la inmortalidad del alma, la transmigración de las almas, la vida de las sombras en el mundo subterráneo, la adoración de los espíritus de los muertos, hasta la definición de quien ha dejado ya de ser hombre. Y esto como si pudiéramos respirar en alguna forma que nos distinguiera de los demás animales; como si no hubiera muchas otras criaturas que viven más que nosotros y para las cuales nadie ha imaginado semejante inmortalidad. Éstas son las invenciones de una tontería pueril, de una mortalidad codiciosa de no cesar jamás. Peste de ella, ¿qué locura es esta de repetir la vida en la muerte? ¿Cómo podrán descansar alguna vez los que nacen si la sensibilidad ha de permanecer en el alma aquí o en el espectro bajo tierra? Y esta acariciada fantasía destruye la principal bendición de la naturaleza, la muerte, y duplica el dolor de quien va a morir con el cálculo del sufrimiento que todavía le falta. Si la vida es tan dulce, ¿a quién puede parecerle dulce haber dejado de vivir? Pero, ¡cuánto más feliz, cuánto más seguro es que el hombre tome confianza y se confirme acerca de la paz que le espera, mediante la probada insensibilidad de lo que era antes de nacer!». El autor de estas palabras vivió una vida activa y placentera al servicio de sus semejantes, y murió a causa de haberse aventurado a observar demasiado de cerca una erupción del Vesubio.

Gemino

Pasamos ahora a la consideración de las obras científicas de este período escritas en griego, y nos referiremos de inmediato a una obra maestra de exposición, a saber, la *Introducción a la Astronomía*, por Gemino. Este autor (cuyo nombre probablemente deba pronunciarse haciendo larga la sílaba central, y no como la palabra latina que significa gemelo) parece haber nacido en Rodas y haber escrito en torno al año 70 a. C. Fue alumno del gran filósofo estoico Posidonio y escribió un voluminoso comentario sobre una obra astronómica de éste. Más tarde compuso un epítome de su propio comentario. Esta obra siguió utilizándose durante siglos, pero no nos ha llegado en la forma en que Gemino la concluyó. En el siglo IV o en el V, probablemente en Constantinopla, alguien hizo una selección de varios de sus trozos, matizándolos con algunas adiciones. Así llegó a formarse el manual que hoy poseemos, bajo el título de *Introducción a la Astronomía, por Gemino*. Es una valiosa fuente para nuestro conocimiento de la astronomía posicional griega, de la geografía matemática y de la preparación de calendarios. Manitius, el más reciente de sus editores (Teubner, 1898), encuentra en ella errores, así como omisiones, de las cuales culpa principalmente el adaptador bizantino. Wellman la encuentra libre de prejuicios y de supersticiones y fundada únicamente en la investigación científica. El erudito francés Paul Tannéry, entusiastamente, la considera una de las mejores obras que quedan de la antigüedad. Heath, con mayor tibieza, la describe como un «tratado tolerablemente elemental, adecuado para fines de la astronomía griega, expuestas desde el punto de vista de Hiparco». Como yo mismo soy de los que necesitan un Hiparco simplificado, al encontrarlo justamente en este libro, insisto en llamarlo, como libro de texto, una obra maestra.

Los lectores ya habrán encontrado en un excelente ejemplo del sencillo estilo que Gemino empleaba para la exposición, a saber, el pasaje en que explica que los astrónomos siempre han edificado su ciencia sobre la suposición sostenida por los filósofos pitagóricos, o sea que el movimiento de los astros debe concebirse siempre como circular y uniforme. Es importante notar que Gemino no discute esta teoría. En un fragmento de su *Epítome* original, que sobrevive independientemente del libro de texto compuesto en Constantinopla, se refiere precisamente a este punto. Da su aprobación a una significativa división del trabajo entre el filósofo y el astrónomo, de acuerdo con la cual el filósofo debe sentar los principios dentro de cuyos límites el astrónomo debe elaborar explicaciones coherentes de los fenómenos celestes. Pero la claridad con que expone esa división del trabajo está completamente de acuerdo con la que impera en todo el resto del libro. Lo mejor que podemos hacer para revelar la calidad de la exposición dentro de los límites de este trabajo es reproducir los títulos de los diferentes capítulos de la obra y luego citar *in extenso* el referido pasaje acerca de los pitagóricos.

Los dieciocho capítulos de la edición de Manitius tienen los siguientes encabezamientos: *El círculo del Zodíaco. El orden y la posición de los doce signos. Las formas de los signos. El eje y los polos. Los círculos celestes. Día y noche. Las*

horas de aparición de los doce signos. Los meses. Las fases de la Luna. El eclipse solar. El eclipse lunar. Que los planetas tienen un movimiento opuesto al del cosmos. Ortos y ocasos. Los círculos de las estrellas fijas. Las zonas de la Tierra. Las partes habitables del globo. El empleo de las estrellas como signos meteorológicos. Meses sinódicos, y otros. A esto añadió un calendario, una tabla del tiempo que el Sol tarda en atravesar cada uno de los doce signos y los correspondientes signos meteorológicos.

Y ahora veamos la cita:

Los tiempos entre los trópicos y los equinoccios se dividen en la siguiente forma. Desde el equinoccio de primavera hasta el trópico de verano, 94 días y medio. Éste es el número de días que el Sol tarda en atravesar Aries, Tauro y Géminis, y al llegar al primer grado de Cáncer señala el trópico de verano. Desde el trópico de verano hasta el equinoccio de otoño transcurren 92 días y medio. Éste es el número de días que el Sol tarda en atravesar Cáncer, Leo y Virgo, y al llegar al primer grado de Libra señala el equinoccio de otoño. Desde el equinoccio de otoño hasta el trópico de invierno pasan 88 días y 1/8. Éste es el número de días que el Sol tarda en atravesar Libra, Escorpio y Sagitario, y al llegar al primer grado de Capricornio señala el trópico de invierno. Desde el trópico de invierno hasta el equinoccio de primavera pasan 90 días y 1/8. Pues tal es el número de días que tarda el Sol en atravesar los tres signos restantes del zodíaco, a saber: Capricornio, Acuario y Piscis. El total de los días incluidos en esos cuatro períodos es de 365 días, o sea el número de días que componen el año.

Aquí se suscita la siguiente cuestión: cómo es posible que estando dividido el círculo zodiacal en cuatro partes iguales, y moviéndose el Sol siempre con velocidad uniforme, recorra sin embargo arcos desiguales en tiempos iguales. Pues toda la ciencia astronómica se funda en la presunción de que el Sol, la Luna, y los cinco planetas, se mueven a velocidades iguales en círculos perfectos y en dirección opuesta a la del cosmos. Fueron los pitagóricos, los primeros en encarar estas cuestiones, quienes formularon la hipótesis de un movimiento circular y uniforme para el Sol, la Luna y los planetas. Su opinión era que, tratándose de seres divinos y eternos, sería inadmisible la suposición de un desorden tal como que pudieran moverse unas veces con mayor rapidez y otras más lentamente, o que llegaran siquiera a detenerse, como en las llamadas estaciones de los planetas. Hasta en la esfera humana tal irregularidad es incompatible con el comportamiento ordenado de un caballero. Y aun cuando las necesidades de la vida impusieran a los hombres ocasiones de apresurarse o de quedar ociosos, no puede suponerse que circunstancias semejantes afecten a la naturaleza incorruptible de las estrellas. Por esta razón, definieron su problema como la explicación de los fenómenos según la hipótesis del movimiento circular y uniforme.

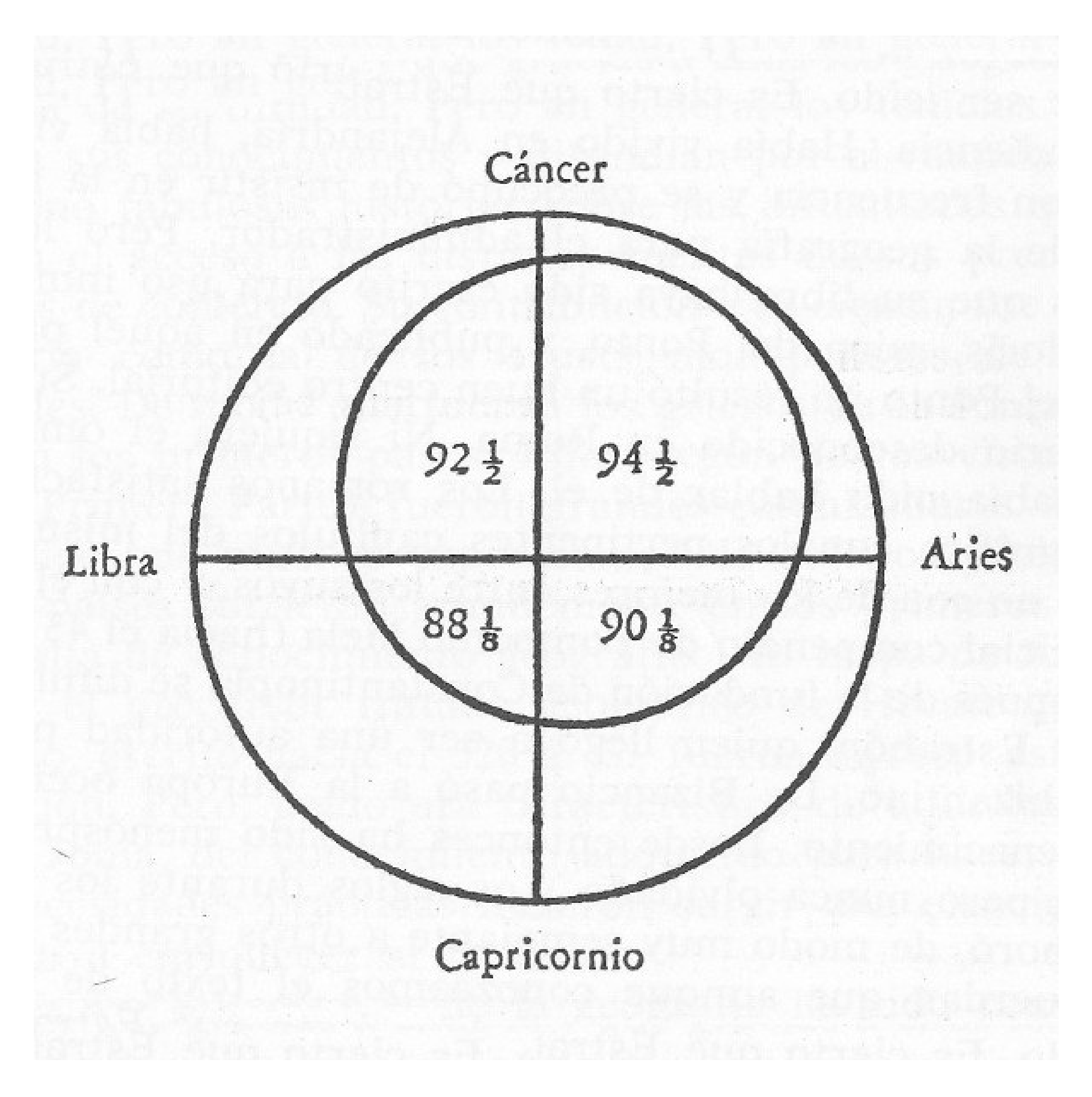
Sobre las demás estrellas daremos la explicación en otro lugar. Aquí explicaremos cómo sucede que el Sol, aun moviéndose a velocidad uniforme, recorre arcos iguales en tiempos desiguales.

La llamada esfera de las estrellas fijas, que contiene todas las figuras de los signos del zodíaco, es la más alta de todas. No debe suponerse que todas las estrellas se encuentran a un mismo nivel, pues algunas están más altas y otras más bajas. Sin embargo, la limitación de nuestra vista no nos permite apreciar esas diferencias de altura. Por debajo de las estrellas fijas se encuentra Saturno, que atraviesa el zodíaco en aproximadamente 30 años, a razón de dos años y medio por cada signo. Por debajo de Saturno está Júpiter, que atraviesa el zodíaco en 12 años, a razón de un signo por año. Debajo de Júpiter está Marte, que atraviesa el zodíaco en dos años y medio, a razón de un signo cada dos meses y medio. Sigue luego el Sol, que recorre el zodíaco en un año y cada signo en un mes, aproximadamente. A continuación viene Venus, que se mueve aproximadamente a la misma velocidad del Sol. Sigue luego Mercurio, que se mueve también a la velocidad del Sol. Por último, el más bajo de los astros, la Luna, que recorre el zodíaco en 27 días y 1/3, y cada signo aproximadamente en dos días y cuarto.

Ahora bien, si el Sol se moviera a la misma distancia que las estrellas que forman los signos del zodíaco, ciertamente habríamos hallado que los tiempos entre los trópicos y los equinoccios son iguales entre sí. Al moverse a velocidad uniforme, el Sol debería cubrir arcos iguales en tiempos iguales. De modo similar, suponiendo que el Sol estuviera más bajo que el círculo del zodíaco, pero que se moviera en torno al mismo centro que éste, los tiempos entre los trópicos y los equinoccios serían también iguales. Todos los círculos trazados en torno a un mismo centro son divididos de igual manera por sus diámetros. Como el círculo del zodíaco es dividido en cuatro partes iguales por los diámetros que pasan entre los puntos tropicales y los equinocciales, necesariamente el círculo del Sol estaría dividido en cuatro partes iguales, por los mismos

diámetros. Moviéndose así a la velocidad uniforme en su propia esfera, el Sol recorrería en iguales tiempos los cuatro cuartos. Pero, en realidad, el Sol no se mueve en un círculo inferior, sino en un círculo excéntrico, como se ve en la figura. El centro de ese círculo no es el mismo que el del círculo zodiacal, sino que está desplazado a un lado. A causa de esta posición, el curso del Sol está dividido en cuatro partes desiguales. La mayor parte de la circunferencia yace detrás del cuarto del círculo zodiacal que se extiende desde el primer grado de Aries hasta el trigésimo grado de Géminis. La parte menor de la circunferencia yace detrás del cuarto del círculo zodiacal que se extiende entre el primer grado de Libra y el trigésimo grado de Sagitario.

Naturalmente, se concluye que el Sol, al moverse uniformemente en su propio círculo, recorre arcos desiguales en tiempos desiguales, el arco más largo en el tiempo más prolongado, y el más corto en el tiempo más breve. Cuando ha recorrido el arco más largo de su propio círculo, pasa el cuarto de zodíaco del equinoccio de primavera al trópico de verano. Cuando ha recorrido el arco más corto de su propio círculo, pasa el cuarto del zodíaco del equinoccio de otoño al trópico de infierno. Como los arcos desiguales del círculo del Sol yacen entre arcos iguales del círculo zodiacal, es inevitable que los tiempos entre los trópicos y los equinoccios sean desiguales, y que el tiempo máximo transcurra entre el equinoccio de primavera y el trópico de verano, y el mínimo entre el equinoccio de otoño y el trópico de invierno. De modo que el Sol se mueve siempre a velocidad uniforme, pero, debido a la excentricidad de su círculo, recorre los cuatro cuartos del zodíaco en tiempos desiguales.



Este largo pasaje ha sido traducido literalmente. Su estilo es macizo y lleno de repeticiones, lo cual hace un poco tediosa su lectura. A pesar de ello, lo que deseábamos era conservar a toda costa la calidad del original como libro de texto, en

el cual el autor no deja nada librado al acaso.

ESTRABÓN

Los *Elementos de Astronomía* de Gemino constituyen un compacto manual, un texto escolar, al menos en la forma en que el libro ha llegado hasta nosotros. El libro al que vamos a referirnos ahora, la *Geografía*, de Estrabón, es una obra a gran escala, que por su parte ha sobrevivido casi íntegramente en su forma original. Estrabón nació en Amasia, en el Ponto, en el año 64 o en el 63 a. C., y se cree que su geografía fue compuesta en la última década de la era pagana. Su objeto era nada menos que el de proporcionar una información veraz y legible de todos los diferentes países del mundo habitable, que estuviera completamente al tanto de la ciencia geográfica contemporánea en todas sus ramas. Es en verdad un libro legible y veraz, pero tuvo que esperar antes de ser leído. Es cierto que Estrabón se dirigía a una vasta audiencia. Había vivido en Alejandría, había visitado Roma con frecuencia y se preocupó de insistir en la importancia de la geografía para el administrador. Pero lo probable es que su libro haya sido escrito para uso inmediato de Pitodoris, reina del Ponto, y publicado en aquel país. Si así fue, el Ponto no resultó un buen centro editorial. Su libro permaneció desconocido en Roma. Ni siquiera el omnívoro Plinio había oído hablar de él. Los romanos satisfacían su sed geográfica con los pertinentes capítulos del mismo Plinio, que no son de los mejores entre los suyos, y con el breve y superficial compendio de Pomponio Mela (hacia el 45 d. C.). Sólo después de la fundación de Constantinopla se difundió la obra de Estrabón, quien llegó a ser una autoridad para el mundo bizantino. De Bizancio pasó a la Europa occidental en el Renacimiento. Desde entonces ha sido menospreciado a veces, pero nunca olvidado. Los siglos durante los cuales se lo ignoró, de modo muy semejante a otros grandes libros, nos recuerdan que aunque conozcamos el texto de dichas obras todavía estamos muy lejos de conocer la historia de la difusión real de la ciencia en el mundo. Estrabón representa el nivel del progreso de su ciencia en la era de Augusto, pero probablemente fueron muy pocos los octavianos que llegaron a leerlo.

La unificación del mundo bajo el dominio romano brindó oportunidades para el desarrollo del conocimiento geográfico, y Estrabón tiene un sentido refrescante de la necesidad de poner su asunto al día. Sus primeros capítulos están llenos de críticas a sus predecesores, citados a un careo, como él dice, a fin de que justifiquen su propio intento, demostrando cuánta necesidad tenía la materia de correcciones y adiciones (libro II, 4, 8). Una ojeada a la historia de la geografía pondrá en claro su posición.

La geografía era una ciencia ya antigua, pero debía poco a pueblo alguno que no fuera el griego. Podría haberse esperado que los fenicios, quienes precedieron a los griegos como exploradores y dueños del Mediterráneo, hubieran sentado los cimientos de esta ciencia. Lo hicieron, pero en sentido limitado. Estrabón recuerda,

por ejemplo, que la Osa no fue reconocida como constelación hasta que los fenicios la utilizaron en sus navegaciones, y que gracias a ellos los griegos tuvieron noticia de su utilidad. Pero en general los fenicios se reservaban sus conocimientos y difundían por el mundo no ciencia, sino fabulosas historias sobre las dificultades que estorbaban el acceso a las distintas fuentes de sus preciosos artículos de comercio. Su contribución a la ciencia fue tan involuntaria como la de los trusts monopolistas de los días actuales. De modo que fueron los griegos de la Jonia quienes dieron los primeros pasos. Ellos, según hemos visto (cap. II de la Primera Parte), fueron grandes colonizadores. Estrabón nos dice que muchas expediciones de colonos jónicos y de otros países sufrieron grandemente en los primeros tiempos por falta de conocimiento geográfico. El mapa de Anaximandro y el precursor tratado geográfico de Hecateo, también milesio, escrito hacia el 520 a. C., fueron la respuesta a esta situación. Pero, como era característico de aquellos griegos de la Jonia, del conocimiento adquirido para hacer frente a las necesidades prácticas hicieron surgir una ciencia que ha llegado a enriquecer al mundo.

La compleja ciencia de la geografía ha sido convenientemente dividida en cuatro subdivisiones: matemática, física, descriptiva y política, e histórica. Todas estas ramas estaban implícitas en la labor de los primeros precursores griegos. Probablemente debamos atribuir la fundación de la geografía matemática a Anaximandro, que introdujo en Grecia el uso del gnomon y que trazó el primer mapa. La geografía física halló sus exponentes en el poeta-filósofo Jenófanes, que descubrió el fenómeno de las costas emergentes gracias a la presencia de conchas y fósiles marinos tierra adentro, y en Herodoto, quien aceptó la opinión de que el delta del Nilo fue formado por depósitos aluviales y especuló acerca de cuántos miles de años serían necesarios para llenar el golfo de Arabia si el Nilo invirtiera su curso. Los comienzos de la geografía política e histórica hay que buscarlos en Herodoto, en Tucídides, en el opúsculo hipocrático *Aires*, *Aguas*, *Lugares*, en los que las descripciones de los pueblos y de sus instituciones comienzan a ser relacionadas con su *habitat*. Y este impulso por captar la naturaleza del mundo habitable no se extinguió pronto. Jenofonte, en su *Retirada de los Diez Mil* (401 a. C.), inauguró la geografía de Armenia. El valiente marino Piteas de Marsella (hacia el 310 a. C.), precursor de la exploración científica y comercial, hizo lo mismo con la Bretaña y con los mares y tierras vecinos.

Un segundo gran período de la historia de la geografía griega se inició con la fundación de Alejandría y con las conquistas de Alejandro en el Oriente. Era imposible que en Alejandría la geografía no compartiera los progresos matemáticos de la época. Con Eratóstenes llegó a consagrarse la determinación de las latitudes mediante el cuadrante solar, aunque el número de tales determinaciones no llegara a ser elevado. Calculó las dimensiones del globo, su forma y la extensión de su parte habitable, y al cumplir su ambición de reformar el mapa del mundo, trazó, a través del paralelogramo que representaba el *oikoumene* (mundo habitado), ocho paralelos

de latitud y siete meridianos de longitud. Los meridianos fueron fijados por estimación. Aunque posteriormente Hiparco sugirió que se recurriera a las observaciones efectuadas durante los eclipses lunares para determinar la longitud, esta sugestión nunca pasó de tal, pues en la antigüedad jamás se llegó a efectuar determinaciones astronómicas de la longitud. La organización de la ciencia siguió siendo inferior a su teoría.

Refiriéndonos ahora a otras ramas de esta ciencia, comprobamos que tanto la geografía física como la política fueron asombrosamente perfeccionadas por Posidonio, el filósofo estoico de Rodas, a quien ya hemos mencionado como maestro de Gemino. Es criticado por Estrabón, por «estar demasiado interesado en las causas, a la manera de Aristóteles». Pero al igual que Aristóteles, estaba siempre bien dispuesto a usar sus ojos. Sus informes acerca de España y de la Galia, tanto de los países como de sus habitantes, están llenos de observación y de reflexión. Tozer lo ha llamado «el más inteligente viajero de la antigüedad». Otros grandes exponentes de la geografía política fueron Megástenes y Agatárcides. El primero (hacia 290 a. C.) fue un agente de los seléucidas en Palibotra, sobre el Ganges. Sus informes sobre el norte de la India, que se han conservado en las citas de escritores más modernos, son notables por su integridad y exactitud. El segundo, Agatárcides (hacia 170-100 a. C.), escribió una descripción de las minas de oro de Etiopía y de sus mineros, conservada para la posteridad en las páginas de Diodoro, que tal vez sea la más famosa pieza de sociología descriptiva de toda la antigüedad. Con los historiadores Eforo y Polibio la geografía histórica se convirtió en un estudio sistemático. Tales eran las realizaciones de la geografía en sus diversas ramas cuando Estrabón se puso a renovar la materia en las favorables condiciones de la era octaviana.

Se comprenderá fácilmente que hombre alguno puede ser igualmente idóneo en todas las ramas de una ciencia tan amplia y compleja. Y Estrabón era débil en matemáticas: En esta materia tal vez estuviera apenas a la altura de los alejandrinos de la época de Eratóstenes. En todas las demás disciplinas aportó contribuciones de importancia. En geografía física tuvo la fortuna de merecer elogios de Lyell por dos anticipaciones de la ciencia moderna, a saber: 1) Subraya la importancia de inferir los grandes cambios pretéritos en la configuración de la Tierra mediante los pequeños cambios que actualmente se producen ante nosotros. 2) Al discutir ciertas opiniones algo superficiales de Estrabón sobre la corriente que va del Ponto Euxino al Mar Egeo, y sobre la supuesta corriente del Mediterráneo al Atlántico, demuestra una audacia mental impresionante al arriesgar la hipótesis de las elevaciones y depresiones alternadas del fondo de los mares. Pero su real grandeza reside en su geografía descriptiva e histórica. Sólo la lectura *in extenso* de sus diecisiete libros puede darnos una impresión adecuada de su capacidad como geógrafo descriptivo o político. Dentro de los límites de la presente obra será mejor concentrarse en su notable dominio de los principios del otro sector, o sea el de la geografía histórica.

El determinismo geográfico es un error común, y no es privativo de la ciencia

moderna. Los antiguos también pecaron a este respecto. Estrabón está libre de esa falta. En muchos pasajes demuestra un entendimiento notable para su época de aquella verdad según la cual la influencia de la geografía y del clima sobre un pueblo es algo muy difícil de averiguar, y que no ha de interpretarse como un efecto directo de la naturaleza sobre el hombre, sino que varía de acuerdo con el nivel de la técnica industrial y política. «Las diversas artes, profesiones e instituciones de la humanidad —escribe—, una vez introducidas, florecen en casi cualquier latitud, y hasta a despecho de la latitud. Si algunas de las características locales proceden de la naturaleza, otras proceden del hábito y de la práctica. No es por naturaleza que los atenienses aman las letras, mientras que en nada las tienen los espartanos, y aun los tebanos, que viven todavía más cerca de Atenas. Es más bien por hábito. Similar educación y hábitos similares son los factores que explican los adelantos de los pueblos babilonio y egipcio» (L. II, 3, 7). Su dominio de este principio hace de Estrabón un observador científico del avance de la civilización clásica entre los pueblos atrasados.

Las favorables perspectivas para el progreso de esta civilización en Europa son analizados en una famosa descripción del continente, de la cual citaremos un fragmento. «De la parte habitable de Europa, las regiones frías y montañosas sólo ofrecen naturalmente una miserable existencia a sus habitantes; sin embargo, hasta las guaridas de la pobreza y de la piratería se vuelven civilizadas cuando llegan a tener buenos administradores. Los griegos son un ejemplo. Vivían entre montañas rocosas, pero vivían bien, porque aprendieron el arte de la política, las artes de la producción y el arte de vivir. Los romanos también han llegado a dominar a muchos pueblos que eran por naturaleza salvajes porque los lugares donde vivían eran rocosos, carentes de puertos, fríos o inadecuados, por alguna razón, para mantener poblaciones numerosas; y al poner en contacto entre sí a esas comunidades aisladas, las han llevado del salvajismo a la civilización. Allí donde el territorio europeo es llano y templado, la naturaleza contribuye a tales fines. En un país bendecido por la naturaleza, todo tiende hacia la paz, mientras que en un país maldecido por ella los hombres son bravos y belicosos. Cada tipo de país puede recibir beneficios del otro; el último ayudando con armas, y el primero, con productos agrícolas e industriales, y con la educación del carácter. Pero si no se ayudan entre sí, es evidente el daño mutuo que se causan. La violencia de los guerreros puede en verdad resultar victoriosa si no es contrarrestada por el mayor número del pueblo pacífico. Pero la naturaleza ha dado recursos a Europa contra ese peligro. A través de toda su extensión está amenizada por llanos y montañas, de modo que en todas partes la población agrícola y civilizada vive junto con la belicosa, pero la primera es más numerosa y mantiene el dominio general. Los griegos, los macedonios y los romanos han ido presidiendo sucesivamente este proceso civilizador. Por las razones dadas, Europa es, en forma notable, tan autosuficiente para la paz como para la guerra. La población belicosa es abundante, como asimismo la que labra su suelo y mantiene sus ciudades. Tiene

también la ventaja de producir los frutos mejores y más necesarios, y todos los metales útiles, importando del extranjero sólo productos superfluos y de lujo como las especias y las piedras preciosas. Además, abunda en rebaños y majadas, y escasea en animales salvajes. Tal es la descripción general de este continente» (L. II, 5, 26).

Ésta es una página clásica de ciencia geográfica, y como ella hay muchas en Estrabón. Su relato, por ejemplo, del sistema fluvial de Francia —cómo abre todo el país a las relaciones internas de sus pueblos y cómo lo abre también a las influencias externas al conectar al Océano con el Mar Interior— le ha valido los entusiastas elogios de los brillantes geógrafos modernos de ese país (L. IV, 1, 4). Su exposición sobre Italia es casi igualmente admirable (L. VI, 4, 1). Aquí, el carácter y situación de la península son considerados desde el punto de vista de su capacidad para el dominio del mundo, y en el párrafo siguiente procede a «añadir a esto un breve esbozo acerca del pueblo romano, que se adueñó de ella y la equipó como base de operaciones para la hegemonía universal». La geopolítica no es, como se ve, una ciencia nueva.

Su breve resumen de la historia romana está informado por dos ideas principales: que la conquista romana fue involuntaria, y que significó la felicidad de los conquistados, mediante su buen gobierno. Aquí tiene, por supuesto, un espléndido tema. «Reemplazar las aldeas y los cantones con ciudades en las riberas del Mediterráneo —escribe Vidal de la Blache— fue el golpe maestro de Grecia y de Roma. Los observadores contemporáneos de este fenómeno —Tucídides, Polibio y Estrabón— no estaban equivocados. Ellos describen la *polis*, o ciudad antigua, como el símbolo y la evidencia exterior de una civilización superior». El justificable entusiasmo de Estrabón por este proceso fue tal que describe la conquista de su propio país, el Ponto, sin dolor alguno. Pero la difusión de la civilización ciudadana a expensas de aldeas y cantones costó un terrible precio en vidas y felicidad humana, y de este aspecto del proceso Estrabón no es un buen informante. Cierto que no era ciego a las virtudes de los sencillos miembros de tribus que eran civilizados a la fuerza. Formula observaciones contundentes sobre la corrupción moral de esos pueblos simples por el avance de la civilización, y sobre la relación entre el incremento de la propiedad y el del crimen (L. VII, 3, 4 y 7). Pero había adquirido al mismo tiempo el conveniente hábito de no dar importancia a los sufrimientos de las víctimas de la civilización so pretexto de su supuesta insensibilidad. Ofrece pruebas de la brutalidad de esas sencillas gentes que son un testimonio no menos elocuente de la brutalidad de sus capturadores. «Cuando los generales romanos irrumpieron en los baluartes montañosos de estos corsos y se los llevaron en gran número como esclavos, tuvisteis la oportunidad en Roma de descubrir su asombrosa brutalidad. O son salvajes como fieras o mansos como ovejas. Algunos de ellos mueren en cautividad. Los demás son tan apáticos y obtusos, que sus compradores, furiosos, se arrepienten del trato aunque los hayan adquirido por una bicoca» (L. V, 2, 7). Más impresionante todavía es la prueba que ofrece de la brutalidad de los rebeldes cántabros. «Al ser crucificados después de su captura, seguían gritando sus consignas

triunfales desde la cruz» (L. III, 4, 18).

Pero ésta no es, digámoslo de paso, sino una prueba más del hecho familiar de que el progreso de la civilización ha sido una cosa brutal. Ésta es una de las principales lecciones de la historia, pero no afecta gran cosa a Estrabón, quien simplemente reflexiona sobre el carácter de los pueblos dominantes en su día. Nuestra preocupación ahora es determinar el lugar que le corresponde en la historia de la ciencia, y aquí su maestría es incontestable. Sus diecisiete libros son la más grande obra de su género producida en la antigüedad. Hemos tomado nuestros ejemplos de los primeros libros. No debe inferirse que el resto tenga menos valor. Los libros XII, XIII y XIV, en los que describe el Asia Menor, de la cual era originario, y emplea en mayor grado su observación personal, están entre los mejores. Pero también supo cómo elegir sus autoridades; y sus informaciones sobre países que no había visto —la India, por ejemplo, donde se deja guiar por los relatos de Megástenes — son un depósito de datos fidedignos. Vasta como es en su designio, su obra no resulta una compilación. El material tan industriosamente reunido es examinado con atención y desplegado para ilustrar grandes principios, y en todos los pasajes de su obra estamos no sólo ante un hombre de ciencia con una posición tomada, sino también ante un escritor con sentido del estilo. Mereció su gran fama, y es lástima que no la adquiriera inmediatamente.

TOLOMEO

El aspecto matemático de la geografía, en el cual Estrabón era flojo, halló en la antigüedad su expresión definitiva en manos de Tolomeo, quien floreció hacia el año 150 d. C. Matemático, astrónomo, geógrafo, físico, es una de las figuras más sobresalientes de la historia de la ciencia. Como matemático y como astrónomo, llevó adelante y sistematizó la obra de Hiparco. Su más grande aporte a la matemática es la exposición de la trigonometría esférica creada por Hiparco. Como éste había inventado la trigonometría para emplearla en los estudios astronómicos, ocurre que empezó por ser esférica. En el primer libro del *Almagesto*, como lo llamamos por corrupción arábiga de la palabra griega (Tolomeo mismo llamaba a su obra *Colección matemática en trece libros*), luego de dar las pruebas matemáticas sobre las cuales se fundaba su determinación, construyó una tabla de cuerdas para arcos que subtienden ángulos en forma creciente, de 1/2 a 180 grados, calculados cada 1/2 grado. Esto equivale a una tabla de senos para ángulos de 1/4 de grado hasta 90 grados calculados cada 1/4 de grado. Se ha hecho notar que ésta es la parte más permanente de su obra. Pues, aunque el paso del tiempo haya superado su sistema astronómico y su mapa universal, la base de la trigonometría, puesta por Hiparco y por Tolomeo, continúa inalterable hasta el día de hoy.

El fundamento de su sistema de astronomía es, por supuesto, el principio

geocéntrico de Hiparco, con cierta tendencia hacia el método de los epiciclos, más bien que hacia el de las excéntricas, para explicar los diversos movimientos de los astros. No es fácil describir en forma breve el contenido de los trece libros. Los libros I y II sientan las bases matemáticas y dan explicaciones generales sobre los movimientos de los astros en relación con la Tierra como centro. El libro III trata del Sol, y de la duración del año. Cuenta cómo llegó Hiparco a su descubrimiento de la precesión de los equinoccios. Sienta también un principio que ha tenido un papel útil y duradero en la ciencia, a saber, que al explicar los fenómenos, hay que preferir la más simple de las hipótesis que no estén en contradicción con los hechos. Los libros IV y V tratan de los movimientos de la Luna. En el primer libro, Tolomeo había descrito los instrumentos que él empleaba para una medición fundamental: la de la oblicuidad de la eclíptica. El comienzo del quinto libro está dedicado a una descripción del astrolabio de Hiparco, que Tolomeo mismo usó para confirmar las observaciones de su predecesor. El libro VI trata de los eclipses solares y lunares. Los libros VII y VIII se refieren a las estrellas fijas, y los cinco restantes se ocupan del asunto especialmente enojoso de los planetas.

Con este inmenso bagaje astronómico procede Tolomeo a renovar la ciencia de la geografía matemática. Un contemporáneo suyo, aunque de más edad, Marino de Tiro, ya había recogido el desafío de Hiparco, de trazar un mapa del mundo en el cual todas las principales características se hallaran correctamente ubicadas con respecto a paralelos de latitud y meridianos de longitud, determinados matemáticamente. Y Tolomeo se puso a la obra como corrector de la obra de Marino, y para completarla. El ordenamiento de su libro era original y adecuado para la consulta, lo cual aumentó su autoridad. De sus ocho libros, el primero y el último tratan de principios y discusiones matemáticos y astronómicos, pero los seis libros centrales están compuestos de tablas que dan los nombres de los lugares que figuraban en aquellos tiempos en los mapas de los diferentes países, junto con sus latitudes y longitudes. También se definen los límites de los diversos países, y hay observaciones explicatorias de diverso tipo. Pero lo esencial del tratado es él catálogo de nombres de lugares, junto con las determinaciones de posición, con autorizada apariencia.

Esta apariencia autorizada es, en realidad, engañosa. Sólo media docena de latitudes habían sido determinadas astronómicamente: las de Marsella, Roma, Rodas, Alejandría y Siena, y tal vez alguna más. No se había determinado astronómicamente longitud alguna. Dentro de un marco de paralelos y meridianos fijados inseguramente, se obtenía las posiciones reduciendo groseramente a grados las distancias medidas. Algunas distancias habían sido recorridas por tierra. Otras eran estimadas en forma todavía más burda. En el mar —desconocida como era entonces la corredera— las distancias eran conjeturadas por el tiempo transcurrido. Además, por singular desdicha, el método de reducir las distancias a grados estaba viciado por una cifra falsa. Hiparco había llegado a una determinación muy correcta de la circunferencia del globo. Posidonio la había «corregido», reduciéndola a cinco sextos

de la cifra anterior. De acuerdo con esto, se calcularon sólo 500 estadios (50 millas geográficas) por cada grado, en lugar de 600 estadios (60 millas geográficas). Tolomeo adoptó la cifra errónea de Posidonio. Ello significa que todas sus distancias, invariablemente exageradas en cada paso por los viajeros que las recorrieron, fueron exageradas en otro 20 % al llegar a manos del experto. Desde los tiempos de Dicearco (hacia el año 310 a. C.) la línea más importante en el globo para los geógrafos griegos había sido el paralelo de 36 grados de latitud que pasa por el estrecho de Gibraltar, en un extremo del Mediterráneo, y por la isla de Rodas, en el otro. Pero, ¿qué punto estaba sobre este paralelo o cerca de él? Tolomeo lo hace pasar por Caralis, en Cerdeña, y por Lilibeo, en Sicilia, cometiendo errores, respectivamente, de más de 3 y de un poco de menos de 2 grados. Y lo que es peor, coloca a Cartago, que en realidad se halla casi a un grado al norte del paralelo, más de un grado al sur de éste. Con ello niveló como por encanto la línea costera del África del Norte. Su primer meridiano fue también infortunado. Siguiendo a Marino, lo colocó en las Canarias, pero suponiendo que esas islas se encontraban a unos 7 grados al este de su posición verdadera. Todos estos cálculos de distancia se basaban, a decir verdad, en Alejandría; pero, como para los fines de su labor cartográfica tenían que referirse todos a su primer meridiano, introdujo un error de 7 grados en todas las posiciones. Tales fueron los errores generales de sus cálculos. También los cometió particulares, debido a diversas contingencias. Accidentalmente hizo girar su mapa de Escocia casi 90 grados, de modo que se encuentra precisamente al este de Inglaterra, en lugar de hallarse al norte de ésta. En el Lejano Oriente perdió el dominio de las proporciones, y diseñó a Ceilán ¡catorce veces mayor que su tamaño real!

Estos errores son, por supuesto, importantes. Sin embargo, nada sería más fácil que exagerar su significado. Para convencerse de ello basta mirar el mapa del mundo que Homero conocía, con el Río Océano rodeando el disco plano del mundo, y compararlo con el mapa que puede reconstruirse mediante los datos de Tolomeo, con sus paralelos y meridianos curvos, su integridad y su relativa exactitud en las regiones que rodean el Mediterráneo, así como su inmenso alcance, desde Irlanda en el extremo noroeste, hasta vagas indicaciones de China y de Malasia, en el este. Más convincente aún resulta el genuino valor de su ciencia si uno examina los mapas medievales, en los cuales el Río Océano vuelve a rodear un disco plano con Jerusalén en el centro y el Paraíso en la parte superior, mapas de los cuales habían desaparecido toda la matemática y toda la astronomía laboriosamente edificadas por los científicos griegos. Sobre este fondo podremos juzgar adecuadamente las realizaciones de Tolomeo y de los demás geógrafos helenos.

Sólo falta agregar una palabra sobre otro aspecto de su obra. No era solamente un gran observador, como lo demuestran su descripción de los instrumentos astronómicos y el uso que de ellos hizo. Era también un experimentalista. El quinto libro de su tratado sobre la *Óptica* contiene observaciones sobre la refracción de la

luz, asunto que tenía que ser interesante para los astrónomos, quienes conocían, entre otros fenómenos refractorios, el de la Luna eclipsada que se levanta contra el Sol poniente. Tolomeo da tablas de refracción para diversos ángulos de incidencia en experimentos con aire, agua y vidrio, y trata de determinar una ley. Observamos aquí, como en otras partes, la combinación de intuición y de sistema que caracteriza a Tolomeo.

GALENO

Al pasar del gran mundo de la naturaleza al pequeño mundo del hombre, hallamos en Galeno (129-199 d. C.) un autor que ocupa el mismo lugar en la historia de la medicina que Tolomeo en el de la astronomía y la geografía. Así como la astronomía y la geografía del Renacimiento retoman y corrigen la obra de Tolomeo, su anatomía y su fisiología retoman y corrigen la obra de Galeno. Debemos tratar brevemente de caracterizar su obra, pero es ésta una tarea de excepcional dificultad. De sus voluminosos escritos sobre una amplia variedad de temas quedan unas cien obras genuinas bajo títulos separados. La edición de Kühn (1821-1833), única completa entre las modernas, ocupa, junto con la traducción al latín, veinte grandes volúmenes. En medio de esta masa de material los expertos hallan dificultad para orientarse, y el profano se confunde ante veredictos contradictorios. Pero tal vez sea equitativo decir que los médicos actuantes que han escrito sobre él en tiempos modernos lo aprecian más que los críticos académicos. De un modo u otro, debemos reconocer que este escritor extraordinariamente fluido, que desde temprana edad comenzó a prodigar libros muy discutidos, no sólo sobre las diversas sectas médicas, sino también sobre las diversas escuelas filosóficas, y en forma general sobre asuntos culturales y educativos, era también un observador y un investigador muy diligente. Sus obras terapéuticas, fisiológicas y anatómicas se fundaban en un conocimiento de primera mano de la naturaleza, que hubiera hecho honor a cualquier otro autor a quien hubiese faltado tiempo para interesarse en tantas otras cuestiones.

Sirve en cierto modo para orientarse en medio de las obras de Galeno un opúsculo que él mismo escribió inducido por circunstancias especiales. De él extraemos los siguientes e interesantes detalles. Cierta vez Galeno presenció en la calle de los Zapateros de Roma, donde se hallaba la mayor parte de las librerías, una escena que debió de haber alegrado su corazón de autor. Alguien mostró un libro con el nombre del Doctor Galeno. Comenzó una discusión acerca de si era o no obra auténtica de éste. Un hombre instruido, atraído por el título, lo compró y comenzó a leerlo, y al punto comprendió de qué se trataba. Antes de haber leído dos líneas lo arrojó exclamando: «Éste no es el estilo de Galeno. El título es falso». Ese hombre, comenta Galeno con aprobación, había tenido una buena educación griega a la antigua en manos de gramáticos y retóricos. Pero los tiempos habían cambiado. Aspirantes a la

medicina y a la filosofía, sin haber aprendido siquiera a leer bien, concurrían a clases sobre esos temas, esperando vanamente entender las enseñanzas más nobles de las conocidas por los hombres. En vista de ello, para evitar que se le atribuyan falsamente escritos inferiores, Galeno se propone enumerar y describir sus genuinas obras. Teme también por su obra, al saber que sus libros están siendo adulterados por manos extrañas. En diferentes países, diversos maestros leen en la cátedra, como propias, obras de Galeno que han sufrido adiciones, sustracciones y alteraciones. Sus amigos le han hecho ver la necesidad de correr al rescate de su propia reputación, y él mismo ha comprobado el acierto de tal consejo.

El tercer capítulo del opúsculo *Sobre sus propios libros*, del cual hemos tomado los detalles antedichos, describe sus investigaciones y sus escritos anatómicos. Traduciremos *in extenso* parte de este capítulo, pues las obras anatómicas de Galeno se cuentan entre las más importantes de sus contribuciones a la ciencia. «Primero está el libro *Sobre los huesos*, para principiantes. Después de éste vienen otros libros también para principiantes, uno relativo a la disección de las venas y de las arterias, y otro a la de los nervios. También hay uno que recapitula brevemente toda la instrucción acerca de los músculos contenida en mis *Ejercicios anatómicos*. Si alguien, después de haber leído el primer libro, *Sobre los huesos*, quiere pasar directamente a los *Ejercicios anatómicos*, puede saltarse los iniciales, que tratan de las venas, de las arterias y de los músculos. Encontrará todo en los *Ejercicios*. En ellos, el primer libro trata de los músculos y tendones de la mano; el segundo, de los músculos y tendones de las piernas; el tercero, de los nervios y vasos de los miembros. El cuarto se refiere a los músculos que mueven las mandíbulas y los labios, la barbilla, la cabeza, el cuello y los hombros. El quinto a los que se hallan en el pecho, en el abdomen, en la ijada y en la espalda. El sexto trata de los órganos de la nutrición, a saber: el estómago, el intestino, el hígado, el bazo, los riñones, la vejiga y demás. El séptimo y el octavo comprenden la anatomía de las partes relacionadas con la respiración. El séptimo describe la disección y la vivisección del corazón, el pulmón y las arterias. El octavo trata del contenido del tórax en su conjunto. El noveno comprende la disección del cerebro y de la espina dorsal. El décimo, la de los ojos, la lengua, la garganta y partes adyacentes. El undécimo la de la laringe y de lo que se llama el hueso hioides, de las partes con él relacionadas y de los nervios que allí llegan. El duodécimo se refiere a las arterias y a las venas. El décimotercero a los nervios que parten del cerebro. El décimocuarto a los que salen de la espina dorsal. El décimoquinto a los órganos de la reproducción. Éstos son los elementos esenciales de la anatomía, pero hay aparte de ellos muchos otros materiales útiles: para poder proporcionarlos, he reducido los veinte libros de Marino *Sobre la Anatomía* a cuatro, y todas las obras de Licus a dos. A continuación doy el índice del contenido de estas obras».

Es evidente la extraordinaria importancia de esta investigación anatómica. En verdad, las disecciones eran efectuadas en monos, no en hombres, pero ésta era una

fuente de error inevitable bajo las circunstancias de la época. Fue la reanudación de este programa de disección en el Renacimiento, particularmente por Vesalio, la que sentó las bases de la anatomía moderna. Harvey, cuyo descubrimiento de la circulación de la sangre estaba destinado a destruir la fisiología de Galeno, había sido adiestrado en el programa galénico de disecciones de la escuela vesálica, de Padua.

Debemos decir ahora algunas palabras sobre la fisiología de Galeno. Tal como la astronomía de su época, se fundaba parcialmente en la observación, y parcialmente en un cuerpo de principios filosóficos que en aquella época parecían con toda certeza verdaderos, pero que la fisiología moderna ha tenido que modificar o desechar. Los diversos tipos de seres vivos habían sido clasificados durante largo tiempo en tres grandes divisiones: plantas, animales y hombres. Las plantas involucraban el principio del crecimiento; los animales, los de crecimiento y locomoción; los hombres, los de crecimiento, locomoción y razón. Era opinión de los estoicos —derivada, por otra parte, de diversas fuentes— que el *pneuma* (o aire) extraído del cosmos, cuyo aliento era, constituía el principio vital de estos tres grados de las cosas vivientes. La función fisiológica del complejo organismo humano era adaptar este *pneuma* exterior a los tres grados de vida manifestados en el hombre, a saber: crecimiento, locomoción y pensamiento. En su primera adaptación el *pneuma* se convirtió en *espíritu natural*, causando así el crecimiento. En su segunda adaptación se convirtió en *espíritu vital*, causando la locomoción. En su tercera adaptación se convirtió en *espíritu animal* (de *anima*, el alma), causando el pensamiento. Galeno, con refinado ingenio, adaptó lo que sabía de los sistemas digestivo, respiratorio y nervioso, del cuerpo humano, a la explicación de esta triple función del organismo del hombre. El hígado y las venas eran en éste los principales órganos de la vida vegetativa. El corazón, con los pulmones y las arterias, mantenía la vida animal. El cerebro y el sistema nervioso eran el asiento de la vida intelectual, porción distintiva del hombre, el animal racional.

Podemos describir brevemente el funcionamiento de su sistema. En el hígado el alimento ingerido era convertido en sangre, que era distribuida por las venas para mantener el crecimiento del cuerpo. El movimiento de la sangre en las venas era concebido como una especie de lenta oscilación hacia y desde el hígado. De éste se dirigía por la vena porta hasta el ventrículo derecho del corazón. Allí se libraba de sus impurezas, que eran transportadas al pulmón por la arteria pulmonar, y allí exhaladas. Una parte de esta sangre purificada era reservada para la segunda adaptación. Pasaba a través del *septum* al ventrículo izquierdo, donde volvía a reunirse con el *pneuma* del mundo exterior, transportado desde el pulmón al ventrículo izquierdo por la vena pulmonar, y allí, en el ventrículo izquierdo, era elaborado hasta convertirse en espíritu vital y distribuido por las arterias a través del cuerpo. Algunas de las arterias se dirigían al cerebro. La sangre arterial enviada a éste pasaba a través de una red de vasos conocida como *rete mirabile*. Aquí se producía la tercera adaptación. Esta porción de la sangre quedaba dotada de espíritu animal y era distribuida a través del

cuerpo por los nervios. El sistema es completo y nítido. Explicaba una enorme cantidad de hechos observados y los interpretaba a la luz de una filosofía que parecía confirmada por el saber de generaciones enteras. Galeno debe de haber encontrado imposible imaginar que pudiera ser falsa. Nosotros, sabiendo que lo es, podemos preguntarnos, para nuestra edificación, cómo pudo llegar a ser conmovida en momento alguno.

La explicación, por supuesto, es que partes esenciales de la teoría se fundan en observaciones defectuosas. La explicación de la transformación de la sangre venosa en arterial no puede ser correcta, pues da por supuesto que la sangre pasa a través del *septum*, cuando éste en realidad constituye una sólida pared muscular. Igualmente incorrecta es la explicación de la transformación de la sangre arterial en sangre animada con espíritus animales. El órgano (la *rete mirabile*) en donde se supone que esto ocurre, aunque prominente en los rumiantes, donde Galeno lo había observado, no existe en el hombre. Con la reanudación de la investigación anatómica, en tiempos modernos se pusieron de relieve estos obstáculos fatales de la fisiología galénica. Y sin embargo, durante largo tiempo sólo constituyeron problemas intrincados, sin llegar a destruir la teoría. La fisiología galénica tenía características tales que cegaba a los investigadores en cuanto a la verdad esencial, que continuaba esperando a su descubridor. Era difícil obtener una idea correcta de la circulación de la sangre cuando uno había aprendido de Galeno que había tres clases diferentes de sangre, cada una con su propio modo de distribución. Ni siquiera para quienes sabían que el *septum* es sólido era fácil entender el funcionamiento del corázón. Pues para Galeno la verdadero acción del órgano tenía lugar en la *diástole*, o expansión, que se suponía absorbía aire de los pulmones. ¿Cómo podía uno estar seguro de que la verdadera labor la cumplía la *sístole*, o contracción, al impulsar la sangre a través de las arterias? Harvey se pasó muchas horas por día, durante años enteros, contemplando corazones palpitantes o manteniendo un corazón latente en una mano y una arteria pulsante en la otra, instruyendo a su cerebro mediante sus dedos, utilizando sus sentidos para abrirse paso a la verdad, antes de lograr éxito en la refutación de la opinión de Galeno, primero en su fuero interno y luego ante el mundo todo. Y aun entonces era Galeno quien triunfaba de Galeno, el Galeno observador sobre el Galeno filósofo, pues fue precisamente su técnica la que Harvey había aprendido en Padua.

Falta agregar algunos detalles sobre la vida de Galeno. Como casi todos los grandes hombres de ciencia de las épocas griega y romana, procedía del Oriente. Nació en Pérgamo, donde su padre trabajaba como arquitecto y matemático. Estudió medicina primero en Pérgamo y luego en Esmirna, Corinto y Alejandría. Al completar su adiestramiento, pasó a trabajar, durante cuatro años, como cirujano de los gladiadores, en su ciudad natal. Sería de desear que contáramos con una información precisa sobre sus tareas en ese puesto, con un detalle de su jornada de trabajo. Luego se dejó atraer por Roma, donde iban entonces los provincianos a buscar fortuna. Sabemos que disfrutó allí de inmensa reputación y que sus servicios

fueron requeridos por el emperador Marco Aurelio, quien lo tomó como médico personal suyo durante una expedición contra las tribus germanas. Y en los intervalos de una vida tan llena de ocupaciones, encontró tiempo para recetar, disecar y escribir.

NOTA BIBLIOGRÁFICA

Acerca de los gramáticos latinos, véase KEIL, *Grammatici Latini*, Leipzig, 1855-70. Hay traducciones de LUCRECIO en prosa inglesa por H. A. J. Munro y Cyril Bailey, de las cuales la primera es famosa por la austera grandiosidad de su estilo, mientras que la segunda (Oxford, 1910), obra de uno de los principales eruditos ingleses vivientes, toma nota de investigaciones eruditas más recientes. Hay una versión más nueva por R. E. Latham (Penguin Classics). Vitruvio puede ser leído en inglés en el libro de MORGAN: *Vitruvius; Ten Books on Architecture*, Harvard Univ. Press, 1926, y en inglés y en latín en la edición Loeb, por Granger, 1931-34. En cuanto a FRONTINO, es buena la edición Loeb por Bennett. También hay una edición Loeb de CELSO; la edición fundamental es la de F. Marx, Leipzig, 1915, con prolegómenos en latín. El mejor libro sobre PLINIO EL MAYOR es la *Histoire Naturelle de Pline, avec Traduction en Français*, por M. E. Littré, París, 1877. Acerca de Gemino puede verse C. MANITIUS, *Gemini Elementa Astronomiæ*, Leipzig, 1898. De ESTRABÓN hay edición Loeb en ocho volúmenes, y un excelente resumen sobre el lugar de Estrabón en la historia de la geografía, por TOZER, *History of Ancient Geography*, Cambridge, 1897. Son excelentes los artículos sobre Tolomeo como astrónomo y geógrafo por ALLMAN Y BUNBURY, en la «Enciclopedia Británica», 9.ª edición. Las obras matemáticas de TOLOMEO pueden ser encontradas con preferencia en la edición Teubner, y las geográficas en la edición Tauchnitz. Una admirable exposición de GALENO puede hallarse en SINGER, *Evolution of Anatomy*, Kegan Paul, 1925. El opúsculo *Sobre sus propios libros*, citado en nuestro texto, se encontrará en MARQUARDT, MÜLLER Y HELMREICH, *Galeni Scripta Minora*, Leipzig, 1884. La obra *Greek Medicine in Roma*, de CLIFFORD ALLBUTT, es rica en información y en ideas. *Greek Medicine*, de BLOOCK, es un útil resumen del tema, con muchos pasajes citados en la traducción. Está disponible ahora por primera vez una traducción comentada de la obra fundamental de Galeno, *De Anatomicis Administrationibus*, en la obra de Singer *Galen on Anatomical Procedures* (Publications of the Wellcome Historical Museum, N. 7, Oxford Univ. Press).

CAPÍTULO IV

RESUMEN Y CONCLUSIÓN

En las páginas precedentes hemos expuesto una selección representativa de los escritos científicos de los períodos alejandrino y grecorromano. Pero nuestro estudio no ha agotado el tema. Para ser desarrollado con mayor extensión exigiría por parte del que esto escribe un grado de especialización en las diversas ramas de la ciencia más elevado que el que puede legítimamente atribuirse. Pero, aunque mucho más podría decirse, tal vez se haya dicho lo suficiente para reflejar el alcance y el brillo de la ciencia en la antigüedad clásica. Nos sentimos pasmados al encontrarnos en el umbral de la ciencia moderna. Y no hay que suponer que por algún truco de traducción los extractos aquí reproducidos han recibido cierto aire de modernidad. Muy por el contrario, el vocabulario de esos escritos y su estilo son las fuentes de las cuales han derivado nuestro propio léxico y nuestro propio estilo. Aquí no hay ilusión que valga. Con la ciencia alejandrina y romana nos encontramos realmente en el umbral del mundo moderno. Cuando la ciencia moderna comenzó a desarrollarse en el siglo XVI, retomó el estudio allí donde los griegos lo habían dejado. Copérnico, Vesalio y Galileo son los continuadores de Tolomeo, Galeno y Arquímedes.

Pero, aunque nuestra primera impresión sea favorable, pronto le sucede una extraña duda. Los griegos y los romanos llegaron hasta el umbral del mundo moderno. ¿Por qué, entonces, no abrieron la puerta? La situación es paradójica en extremo. Hemos examinado aquí un período de unos quinientos años, desde la muerte de Aristóteles en el año 322 a. C., hasta la muerte de Galeno, en el año 199 d. C. Pero mucho antes de finalizar este período ya había sido completado el trabajo inicial. Antes de terminar el siglo III a. C., Teofrasto, Estratón, Herófilo y Erasístrato, Ctesibio y Arquímedes, habían aportado ya sus obras respectivas. En el Liceo y en el Museo la labor de investigación había alcanzado un alto grado de eficacia. Era grande la capacidad para organizar lógicamente el conocimiento. El alcance de la información positiva era impresionante, y el ritmo con que se la iba adquiriendo más impresionante aún. Se había llegado a dominar la teoría del experimento. No faltaban aplicaciones de la ciencia a diversos mecanismos ingeniosos. No fue, pues, sólo en la época de Tolomeo y de Galeno cuando los antiguos llegaron al umbral de la ciencia moderna. Para esa fecha tardía ya hacía cuatro siglos que se mantenían ociosos ante su puerta. Por cierto que habían demostrado terminantemente su incapacidad de cruzarla.

Aquí tenemos, por consiguiente, la prueba de una verdadera parálisis de la ciencia. Durante cuatrocientos años se habían producido, según vimos, numerosas ampliaciones del conocimiento, muchas reorganizaciones del cuerpo del saber, nuevas adquisiciones en cuanto a la habilidad en la exposición. Pero no hubo ningún

gran impulso hacia adelante, ninguna aplicación general de la ciencia a la vida. La ciencia había dejado de ser o no había llegado a convertirse en una fuerza real en la vida de la sociedad. Por el contrario, había surgido una concepción de ella como un ciclo de estudios liberales para una minoría privilegiada. Se había convertido en un entretenimiento, en un adorno, en su asunto de contemplación. Había dejado de ser un medio de transformar las condiciones de vida. Aun artes establecidas, necesarias para el mantenimiento de la sociedad —profesiones como la del arquitecto y la del médico— estaban casi al margen de la respetabilidad y sólo se las aceptaba en la medida en que el profesional pudiera ser contemplado como poseedor de un conocimiento puramente técnico, mediante el cual dirigía la labor de otros.

Cuando buscamos las causas de esta parálisis, es evidente que ella no se debió a ningún fallo del individuo. La pretensión de explicar los grandes movimientos sociales mediante la psicología de los individuos es uno de los más funestos errores de nuestros tiempos. No, aunque la ciencia en su conjunto fuera presa de una parálisis creciente, no escaseaban el talento individual ni el genio personal, como lo demuestran abundantemente las páginas que anteceden. La falla era social, y su remedio residía en métodos políticos y públicos que estaban fuera del alcance de la época. Los antiguos organizaron rigurosamente los aspectos lógicos de la ciencia, los aislaron del cuerpo de la actividad técnica, en el cual habían crecido o en el cual hubieran debido hallar su aplicación, y los colocaron aparte del mundo de la práctica y por encima de él. Esta deletérea separación entre lógica y práctica fue producto de la división universal de la sociedad entre hombres libres y esclavos. Y tal separación no fue buena, ni para la práctica ni para la teoría. Como dijera Francis Bacon, examinando, de acuerdo con los conocimientos de su época, los mismos datos que hemos estudiado aquí, si uno convierte a la ciencia en una virgen vestal no puede esperar que dé frutos. A la hora de su decadencia la ciencia antigua se había convertido en una reverenda solterona, de la cual no podían esperarse frutos tales como el mejoramiento general de las condiciones de vida y la emancipación general del yugo de la superstición.

Para nosotros, en la actualidad, el concepto de ciencia implica la idea de un poder transformador de las condiciones de vida. Aunque estemos acertados al defender el ideal de la ciencia como expresión de devoción desinteresada a la verdad —en rigor, este ideal es en sí mismo un producto de la historia social, y nunca ha brillado más que entre aquellos de nuestros contemporáneos que reconocen y aceptan las responsabilidades del poder científico—, comprendemos al mismo tiempo que del manantial de la ciencia pura surgen las corrientes fertilizadoras que sirven a la industria. Casi todos somos bastante baconianos en cuanto imaginamos la ciencia no sólo como conocimiento de la naturaleza, sino también como poder sobre ella. La verdad complementaria, a saber, que la industria fomenta la ciencia tanto como la ciencia fomenta la industria, es también parte de nuestras opiniones corrientes. La acción recíproca de la ciencia sobre la vida y de la vida sobre la ciencia es un

elemento básico de nuestras concepciones mentales. Pero no ocurría lo mismo durante la decadencia del mundo antiguo. En aquel entonces el poder sobre la naturaleza era incrementado, en la medida en que ello resultaba posible, aumentando el número de esclavos.

CONQUISTAS Y LIMITACIONES DE LA CIENCIA ANTIGUA

El fracaso de la ciencia antigua residió en el uso que de ella se hizo. Fracasó en su función social. Aun cuando la adquisición de esclavos se volvió más y más difícil, los antiguos no recurrieron a una aplicación sistemática de la ciencia a la producción. Nadie pretende que tales aplicaciones no se hayan producido jamás. Bromehead, por ejemplo, aporta pruebas que vienen a modificar la conclusión de Neuburger, según la cual «el arte de la minería parece no haber hecho casi progreso técnico alguno en toda la antigüedad, es decir, desde la época de los primeros vestigios que se han encontrado, hasta la caída del Imperio Romano».[1] Con todo, sigue en pie la verdad general de que la sociedad antigua había impuesto un molde que excluía toda posibilidad de buscar activamente una fuerza que no consistiera en los músculos de los esclavos. Tal dependencia de la sociedad con respecto al esclavo se refleja doquiera en la conciencia de la época. Para Platón y Aristóteles, en el siglo IV a. C., era axiomático que la civilización no podía existir sin esclavos. Tres siglos más tarde, aunque la captura de esclavos se había vuelto mucho más difícil, el filósofo alejandrino Filón sigue opinando lo mismo. Como la vida sin esclavos le parecía inconcebible, sacó la conclusión (pues era un celoso moralista) de que la ley moral permite la adquisición de esclavos. Sus reglas para el tratamiento de éstos, imaginadas, al igual que las de Platón, como algo justo y humanitario, revelan con bastante elocuencia la conciencia culpable reprimida y la horrible realidad social. Establece que el amo que mata a un esclavo debe ser muerto, pero agrega que «si el esclavo vive aún dos días después de haber sido azotado», el amo debe ser absuelto.

Filón nació en el año 25 a. C., pero aun al cabo de varios siglos de cristianismo la sociedad continuaba vaciada en el mismo molde. San Agustín (354-430 d. C.) aceptaba la esclavitud como juicio de Dios sobre un mundo culpable del pecado original. Estas opiniones, paganas y cristianas, no indican el carácter de los individuos, sino el de los tiempos. El lento desarrollo de las fuerzas de la historia había ocasionado el sistema esclavista. Sólo otras poderosas fuerzas históricas podían barrer con él. La naturaleza de tales fuerzas y el lento cambio que ellas introdujeron en la mentalidad social han sido bien descritos por Engels. «La esclavitud —escribe en *El origen de la familia*— ya no era provechosa, y por tal motivo desapareció. Pero al sucumbir dejó tras de sí su aguijón emponzoñado: el estigma acarreado por el trabajo productivo de los hombres libres. Tal era el callejón sin salida en que se hallaba encerrado sin remedio el mundo romano: la esclavitud era económicamente

imposible, y la labor de los hombres libres estaba moralmente proscrita. La primera ya no podía ser la forma básica de la producción social; la segunda, todavía no podía serlo. Lo único que cabía esperar era una completa revolución». Esa revolución, obra de los bárbaros del Norte, se produjo entre los años 400 y 800 d. C. «Aunque al final —continúa Engels— encontramos casi las mismas clases que al principio, los seres humanos que las formaban eran diferentes. La esclavitud antigua había desaparecido, al igual que el hombre libre menesteroso que despreciaba el trabajo como cosa reservada a los esclavos. Entre el *colonus* romano y el nuevo siervo había existido el libre campesino franco. Las "inútiles memorias y las fútiles contiendas" de la decadente cultura romana estaban muertas y enterradas. Las clases sociales del siglo IX se habían formado, no en la corrupción de una civilización decadente, sino entre los dolores del parto de una nueva civilización».

Esta nueva civilización, que surgió de la tumba de la sociedad esclavista, pronto floreció en una serie de nuevas invenciones que transformaron la base económica de la vida. En un artículo publicado en *Le Mercure de France* (mayo de 1932), Des Noëttes ofrece una breve relación de los principales inventos del Medievo. Incluye en él al molino de agua, que fue conocido en la antigüedad, pero, al parecer, poco utilizado.[2] He aquí la lista en cuestión.

Siglo IX. — Los modernos arneses del animal de tiro, con la collera, las varas, la disposición en filo y las herraduras clavadas.

Siglo X. — Los modernos arneses del caballo de montar, con la silla, los estribos, el bocado y las herraduras clavadas.

Siglo XII. — El molino de agua, el molino de viento, la sierra mecánica, la forja con martinete de báscula, los fuelles con tablas rígidas y válvula, los vidrios de las ventanas y las vidrieras, la chimenea doméstica, la vela y el cirio, los caminos pavimentados[3] y la carretilla.

Siglo XIII. — Los anteojos, el arado con ruedas y con vertedera, el timón.[4]

Siglo XIV. — Las compuertas en los canales, la pólvora, el reloj de pesas, la acepilladora.

Siglo XV. — La imprenta.

En otro de sus escritos, obra maestra de investigación y de análisis histórico,[5] Des Noëttes discute las consecuencias sociales de esta serie de invenciones. No está equivocado cuando insiste en que «al transformar fundamentalmente los medios de producción, transformaron fundamentalmente el organismo social». Ni disminuye la importancia de su conclusión cuando comprendemos que una de esas transformaciones del organismo social consistió en la desaparición de los últimos vestigios de esclavitud y en la posibilidad de emprender inmensas construcciones con trabajadores libres; obras tales que hubieran sido normalmente cumplidas en la antigüedad empleando el trabajo forzado de los esclavos. Esto acarreó una inmensa

mejora de la conciencia del mundo moderno en relación con la del antiguo. Pues, como subraya Des Noëttes, «los antiguos nada sabían de los derechos del hombre; para ellos sólo existían los del ciudadano».

Este mismo punto ha sido examinado más recientemente por un investigador norteamericano, cuyas conclusiones son dignas de mención.[6] «El efecto acumulativo de las nuevas fuerzas disponibles, o sea la de los animales, la hidráulica y la eólica, sobre la cultura de Europa, no ha sido estudiada atentamente. Pero desde el siglo XII, y aun desde el XI se produjo un rápido reemplazo de la energía humana por la no humana allí donde se necesitaban grandes fuerzas o donde se requerían movimientos tan sencillos y tan monótonos que el hombre podía ser reemplazado por un mecanismo. La gloria principal de la Edad Media no se funda en sus catedrales, en sus epopeyas ni en su escolástica: se cifra en haber edificado por primera vez en la historia una compleja civilización que no descansaba sobre las sudorosas espaldas de los esclavos o de los peones, sino principalmente sobre fuerzas no humanas».

Se ha enseñado, ingenuamente, y todavía se cree, a veces con igual candidez, que la ciencia del Renacimiento surgió con la llegada a Europa de los libros griegos de Constantinopla. Si en esto residiera toda la verdad del asunto, bien podríamos preguntarnos por qué el mundo moderno no nació en Alejandría, en Roma o en Constantinopla, donde sobrevivían los viejos libros. Hay otro hecho que debe ser considerado. La ciencia grecorromana era buena simiente, pero no podía crecer en el suelo rocoso de la antigua sociedad esclavista. La revolución técnica del Medievo era necesaria para preparar la tierra de la Europa occidental a fin de que recibiera la semilla, y el recurso técnico de la imprenta era necesario para multiplicar y desparramar la semilla antes de que la sabiduría antigua pudiera rendir una cosecha satisfactoria.

Este punto ha sido admirablemente expuesto por el profesor Fawcett.[7] «Los pueblos de la Europa occidental tenían la ventaja de vivir en una región donde tres de los recursos naturales importantes para las formas más simples de energía eran más abundantes que en los territorios de las civilizaciones antiguas. El clima les suministraba una vegetación más continua, permitiéndoles así contar con más animales de trabajo; también los proveyó de viento suficiente en todas las estaciones del año para impulsar a los barcos en sus mares y a sus sencillos molinos de viento en tierra; y la abundancia de lluvias, sumada a la ausencia de una estación seca, les permitió contar con múltiples fuentes de energía hidráulica en pequeña escala, a lo largo de sus cursos de agua. Así, una vez que aprendieron cómo emplear esos recursos, construyeron una sociedad en la cual los seres humanos se veían libres de una gran parte de las tareas necesarias Estos progresos técnicos condujeron a cambios sociales, pues los esclavos domésticos y los galeotes ya no eran necesarios, y estas crudas formas de trabajo obligatorio fueron desapareciendo lentamente. Fueron reemplazadas en parte por la servidumbre y en parte por las organizaciones de artesanos, hasta que una y otras se fundieron posteriormente en el sistema de salarios

de la moderna democracia capitalista».

LA DEUDA DE LA CIENCIA MODERNA PARA CON LA ANTIGUA

Los creadores de la ciencia moderna en el siglo XVI, trabajando nuevamente en una era de progresos técnicos en la cual iban siendo barridos los antiguos abusos sociales, no sólo rehabilitaron el afán científico de la antigua Jonia, sino que también resucitaron su celo humanitario. Al leer sus escritos nos parece respirar un aire más puro y más libre. Cuando Platón escribió sus utopías estaba obsesionado por la necesidad de reprimir a los trabajadores esclavos. En la *Utopía* de Tomás Moro los trabajadores son hombres libres, y la sociedad está organizada de acuerdo con sus intereses. «El objeto principal de la constitución es el de regular el trabajo de acuerdo con las necesidades de la comunidad y facilitar al pueblo todo el tiempo necesario para el perfeccionamiento de su espíritu, en lo que consiste, según ellos creen, la felicidad de la vida». No debe pasar inadvertida esta nueva concepción de una clase trabajadora con necesidades y alegrías espirituales. En la analogía de Platón entre el hombre y la sociedad, los gobernantes habían sido identificados con la cabeza; la policía, con el pecho, y los trabajadores, con el vientre y las espaldas.

En la literatura de esta época esta nueva tendencia encuentra frecuente expresión. Mientras Arquímedes había expresado su desprecio por las aplicaciones útiles de la ciencia, Simon Stevin (1548-1620), conocido como el Arquímedes de los Países Bajos, siente por encima de todo el anhelo de ser útil. Al presentar al público su sistema de notación decimal, dice humildemente: «No será una gran invención, pero es útil en grado sumo para todo el mundo».

¿Dónde hallaríamos en toda la antigüedad un tratado erudito sobre la minería? Al promediar el siglo XVI aparece el libro *De Re Metallica*, de Agrícola en el cual se expone todo el proceso de la extracción de los minerales. Resulta aleccionador leer en sus primeras páginas la lista de las ciencias básicas que el autor considera necesarias para esta industria. La relación entre una teoría en desarrollo activo y sus aplicaciones prácticas es revelada en la forma característica del mundo moderno, pero extraña a la ciencia antigua en su período decadente. No menos admirable que sus descripciones de máquinas y de procesos es su defensa de la utilidad social de la industria.

Pronto también la química, que en la antigüedad había vivido una existencia subterránea, debido a que sus practicantes —los bataneros, los tintoreros, los fabricantes de vidrio, los alfareros, los drogueros— estaban proscritos de la sociedad, comenzó a clamar por su derecho a ser una ciencia honorable, con muchas protestas por parte de los iniciadores en el sentido de que no era ocupación para quienes por exceso de orgullo desdeñaban ensuciarse las manos. La química es una materia que hemos descuidado en este volumen, pues sus orígenes son desusadamente oscuros. Pero que las dificultades que esta ciencia experimentó al salir a luz fueron más

sociales que inherentes a la naturaleza del asunto a investigar es cosa sugerida tanto por los escritos de Bolos Democritus (hacia el 200 a. C.), en la antigüedad, como por los de Juan Rodolfo Glauber (1604-70), en tiempos modernos.

Glauber, como Agrícola, tenía un perspicaz sentido de la contribución que la ciencia podía aportar a la vida.[8] Cuando este aspecto de la ciencia volvió nuevamente a primer plano, no pasó mucho tiempo sin que el efecto de sus aplicaciones industriales sobre la salud de los trabajadores llamara poderosamente la atención. Este efecto había sido observado pero descuidado en la antigüedad, cuando los esclavos y los criminales condenados eran enviados a las canteras y a las minas, y los oficios peligrosos, en general, no eran motivo de seria preocupación para los gobiernos. Los médicos hipocráticos habían escrito sobre el efecto del *ambiente* sobre la salud, pero sólo consideraron el ambiente *natural*. Al mundo moderno le restaba descubrir que el más importante aspecto del ambiente para el trabajador es su trabajo. Paracelso (1490-1541) es el primero que señala este vacío en la teoría médica de la antigüedad. Al discutir los terribles efectos del oficio de los mineros y de los obreros metalúrgicos, a saber, el asma, la tisis y los vómitos, hace el siguiente comentario: «Nada en absoluto se encuentra sobre estas enfermedades en la tradición médica antigua, y por ello ningún remedio se les conoce hasta el presente». Estas conclusiones fueron extendidas después a casi todas las ocupaciones conocidas por el gran Ramazzini (1633-1714), cuya obra clásica *De Morbis Artificum* rivaliza con los méritos de las más grandes obras de la antigüedad y las supera en contenido humanitario.

Probablemente la más decisiva derrota del espíritu científico en la antigüedad haya sido la pérdida del sentido de la historia. La historia es la ciencia más fundamental, pues no hay conocimiento humano que no pueda perder su carácter científico cuando se olvidan las condiciones en las cuales se originó, las incógnitas a las cuales respondía y la función para la cual fue creado. Gran parte del misticismo y de la superstición de los hombres instruidos consisten en conocimientos que han roto sus amarras históricas. Es por esta razón que hemos subrayado los bosquejos de la civilización trazados por Demócrito y por Lucrecio, y que los hemos caracterizado como la más importante conquista de la ciencia antigua.

El proceso mediante el cual el saber de una generación puede transformarse en la superstición de la siguiente puede ser adecuadamente estudiado del *De Rerum Natura* de Lucrecio a la *Eneida* de Virgilio, aunque la motivación de Virgilio para ensartar oráculos, augurios, portentos y milagros tan gordos en su fibra épica, merecería sin duda un paciente análisis. También puede comprobarse examinando lo que la erudición alejandrina hizo de las escrituras hebreas cuando éstas fueron traducidas al griego. Podría haberse esperado que la adición a la literatura griega del registro histórico de un pueblo extraño profundizara su sentido de la historia. Sin embargo, la interpretación histórica de las escrituras hebreas es producto de épocas recientes. El mundo clásico había convertido en mito su propia historia antes de llegar a conocer el

Antiguo Testamento, y desde un principio lo encaró en forma a-histórica. Difícilmente podría haber alguien más erudito que Orígenes (186-254 d. C.), quien aplicó todos los recursos de la erudición alejandrina a la tarea de la crítica bíblica. Sin embargo, se admite que por falta de todo sentido histórico, sus interpretaciones son enteramente arbitrarias. Lo que perdió la historia lo ganó la teología, y el desarrollo histórico de la humanidad se redujo a las proporciones de un breve acto en un drama cósmico. Los verdaderos acontecimientos pasaron a ser la Rebelión de los Ángeles, la Creación, el Pecado Original, la Redención, el Milenario y el Juicio Final. Perdido en tales misterios, el tiempo se redujo a los límites de seis mil años, y la historia humana llegó a tener significado sólo en relación con el marco trascendental en que estaba contenida. La más grande conquista de la ciencia moderna ha sido el renacimiento del sentido histórico. Es éste un tema en el cual no podemos entrar aquí, pero una breve alusión a él servirá de apropiada conclusión para nuestro libro. Hemos mencionado los nombres de algunos de los grandes fundadores de la ciencia moderna: Copérnico, Vesalio, Galileo, Stevin y otros. El hombre que dio suprema expresión al espíritu de esta época fue el inglés Francis Bacon (1561-1626), quien encaró toda la cuestión del renacimiento de la ciencia con un agudo sentido histórico, notable para su tiempo y poco entendido por sus sucesores. El cuerpo de los escritos baconianos constituye un gran comentario sobre la historia humana, cuyo sentido es que la verdadera historia de la humanidad sólo puede escribirse en términos de la conquista por el hombre de su medio ambiente. Su tema era, en sus propias palabras. La Interpretación de la Naturaleza y el Dominio del Hombre sobre ella. Penetró, a través del velo de la política, hasta la realidad económica, y juzgó las realizaciones pasadas del hombre y sus perspectivas futuras en términos de su poder sobre la naturaleza, sin negar otros aspectos de su cultura, pero relacionándolos con este hecho fundamental.

El sentido de la realidad del tiempo, de la realidad del cambio histórico, y de la influencia del hombre sobre su propio destino, fueron contribuciones a la profunda filosofía de Vico (1688-1744), quien, a la luz de su intuición de que el Hombre hace su propia Historia, estaba justificado en su afirmación de haber hecho de la historia La Nueva Ciencia. Bacon vislumbró la verdad de que el hombre hace su historia mental en el proceso de conquistar su mundo. Vico vio más claramente que Bacon que esto no lo hace el hombre aislado, sino la sociedad. En las instituciones fundamentales de la sociedad humana vio los instrumentos mediante los cuales el hombre, que comenzó por ser un bruto, se ha transformado en un ser civilizado. Filósofos posteriores, principalmente Hegel y Marx, han profundizado y desarrollado estas ideas, hasta que ellas han cegado a convertirse en preciosas herramientas mediante las cuales el hombre puede trabajar conscientemente por el mejoramiento de su propia sociedad. A la luz de estas concepciones la historia de la ciencia asume una nueva importancia. Se convierte, no en la historia de una, entre las diversas ramas del conocimiento humano, sino en la llave esencial del proceso en el cual el hombre cumple su autotransformación del reino animal al reino humano. Y este estudio ha

sido escrito en la convicción de que la mejor inteligencia de cualquier etapa de este largo viaje deberá contribuir a la conquista del objetivo final.

NOTA BIBLIOGRÁFICA

Para una exposición general de la técnica antigua, especialmente en la era alejandrina, véase DIELS, *Antike Technik*, 3.ª ed., Leipzig, 1924. Los estudios esenciales sobre Bolos Democritus son los de WELLMAN en *Abhandlungen der Preussischen Akademie*, *Philosophisch-Historische Klasse*, 1921, n. 4, 1928, n. 7. Con respecto al resurgimiento de los estudios históricos en tiempos modernos, véase R. G. COLLINGWOOD, *Autobiography* (Pelican) y *Vico: His Autobiography*, por FISCH Y BERGIN, 1945. Con respecto a la tecnología antigua para el período cubierto por este libro, véase el Vol. II (*The Mediterranean Civilizatiom and the Middle Ages c. 700 B. C. to A. D. 1500*) del quinto volumen de la *History of Technology*, publicada por Clarendon Press, Oxford, bajo la dirección de Charles Singer y otros, en 1958; también el volumen complementario, *A Short History of Technology (from the earliest times to A. D. 1900)* por Derry y Williams (Clarendon Press, 1960) [versión castellana: *Historia de la tecnología*, siglo XXI, Madrid, 1977].

Son de gran interés filosófico: P. ROSSI, *Sulla valutazione delle orti mecchaniche nei secoli XVI e XVII* (Rivista Critica de Storia della Filosofia, 1956); F. KLEMM, *A History of Western Technology* (Allen and Unwin, 1959); y John NEF, *The Conquest of the Material World* (Univ. of Chicago Press, 1964).

ÍNDICE ONOMÁSTICO

A

Abdeia,
Abstractas, ideas,
Academia,
Acústica, y Platón,
Acton, Lord,
Agatárcides,
Agrícola,
Agrigento,
Agustín, San,
Aire, según Empédocles,
Alcmeón de Crotona,
Alejandro el Magno,
Alejandría, Museo de,
Alfabeto, fonética,
Alimentación, y medicina,
Allbutt, Sir Clifford,
Alma, y Aristóteles,
Anacarsis,
Anatolio de Laodicea,
Anatomía, obras de Galeno, y Herófilo,
Anaxágoras de Clazómenes,
Anaximandro,
Anaxímenes,
Antifón,
Antiguas civilizaciones, y los griegos,
Apolo,
Apolonio de Pérgamo,
Arato,
Aristarco de Samos,
Aristógenes,
Aristóteles,
Arquímedes de Siracusa,
Arquitas de Tarento,
Arquitectura, y Vitrubio,
Artes y ciencias, distinción,
Asclepíades,